

PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Pengetahuan matematika dibagi menjadi dua bagian utama: pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural. Ada panggilan untuk keseimbangan yang lebih besar antara pengetahuan konseptual dan prosedural dalam mengajar. Panggilan ini muncul dari kekhawatiran bahwa guru yang terlalu fokus pada pengetahuan prosedural. Pembelajaran matematika tidak terlepas dari pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural dalam operasionalisasinya.

Dalam hal aktivitas pemecahan masalah, manakah yang lebih penting pengetahuan konseptual atau pengetahuan prosedural atau kombinasi keduanya?

Buku sangat cocok dibaca untuk menambah wawasan para guru matematika dari tingkat sekolah dasar sampai perguruan tinggi. Salah satu alasan disusunnya buku ini adalah mengingat pentingnya guru memahami tentang pengetahuan konseptual dan prosedural dalam pembelajaran matematika.

Buku ini terdiri dari 9 bab yaitu:

- Bab 1 Konsep Pendidikan dan Keterampilan Masa Depan;
- Bab 2 Operasionalisasi Pengetahuan;
- Bab 3 Pengetahuan Konseptual dan Prosedural dalam Pembelajaran Matematika;
- Bab 4 Terminologi Pengetahuan Konseptual dan Prosedural;
- Bab 5 Dualitas Pengetahuan Matematika;
- Bab 6 Hubungan Pengetahuan Konseptual dan Prosedural;
- Bab 7 Pengetahuan Konseptual Penting dalam Pembelajaran Matematika;
- Bab 8 Pendekatan Hybrid untuk Pembelajaran Matematika;
- Bab 9 Metakognisi; dan
- Bab 10 Penutup.



PENERBIT BABAD BUMI
CV. BABAD BUMI
FB : Babad Bumi
Hp : 085-749-911-174
Email : cvbabad2@gmail.com
Malang - Jawa Timur

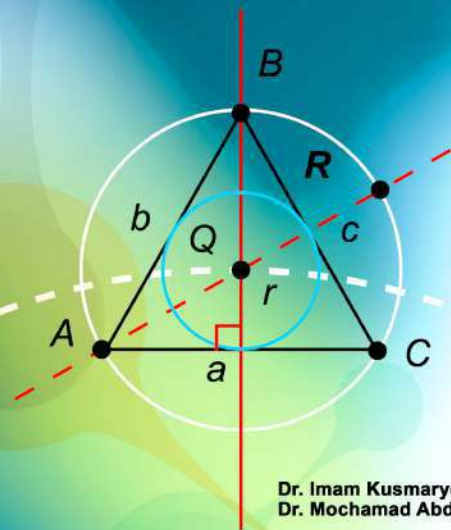


PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL
DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochamad Abdul Basir, M.Pd.



PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA



Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochamad Abdul Basir, M.Pd.

PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.

Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.



PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

NON FIKSI

Copyright © 2023

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Penulis :

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.

Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

Editor : ***Dyana Wijayanti, Ph.D.***

Penata Letak : ***Tim Babad Bumi***

Desain Sampul : ***Tim Babad Bumi***

Diterbitkan oleh :



CV. BABAD BUMI

FB : Babad Bumi

Hp : 085-749-911-174

Cetakan I, Juni 2023

ISBN : 978-623-8180-45-5

Dimensi 14,5 cm x 21cm

155 Halaman

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin tertulis dari Penerbit.

PRAKATA

Assalamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Matematika adalah ilmu abstrak yang dihasilkan dari kreativitas pikiran manusia. Matematika menyangkut metode berpikir, dan didasarkan pada kesimpulan dan bukti. Pengetahuan matematika dibagi menjadi dua bagian utama: pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural. Ada panggilan untuk keseimbangan yang lebih besar antara pengetahuan konseptual dan prosedural dalam mengajar. Panggilan ini muncul dari kekhawatiran bahwa guru terlalu fokus pada pengetahuan prosedural.

Meningkatkan kualitas pembelajaran matematika adalah masalah yang mendesak karena berkaitan dengan dampak keberhasilan akademik siswa. Sedangkan keberhasilan akademis siswa dapat dicapai melalui praktik pembelajaran yang efektif. Pembelajaran matematika tidak terlepas dari pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural dalam operasionalisasinya. Dalam hal aktivitas pemecahan masalah, manakah yang lebih penting pengetahuan konseptual atau pengetahuan prosedural atau kombinasi keduanya?

Buku ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengabdian masyarakat yang dilakukan penulis tentang pentingnya pengetahuan konseptual dan prosedural dan analisis artikel dari pemikiran para ahli yang terbit di jurnal-jurnal internasional sebelumnya. Buku ini membahas tentang pengertian pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural dalam pembelajaran matematika; Perbedaan pengetahuan konseptual dan prosedural; Dualisme pengetahuan; Hubungan pengetahuan konseptual dan

prosedural; Memahami polaritas pengetahuan konseptual dan prosedural serta arti penting pengetahuan konseptual dan prosedural dalam pemecahan masalah.

Faktor penentu keberhasilan proses belajar mengajar adalah guru, dan efisiensi guru tergantung pada pengetahuan mereka, materi yang mereka pelajari, dan metode mereka menyampaikan pengetahuan ini. Penerapan pengetahuan dan keterampilan yang dilandasi oleh sikap dan nilai ilmiah akan terwujud dan memungkinkan siswa untuk membuat keputusan dan memecahkan masalah dalam kehidupan secara lebih efektif. Akibatnya, mereka akan bisa menjelajahi kekayaan alam, beradaptasi dengan lingkungan, membuat kreasi inovatif, dan bahkan berhasil mengatasi masalah dan kesulitan.

Tak lupa ucapan terima kasih kami sampaikan kepada para pihak yang telah membantu tersusunnya buku ini, yaitu para guru sekolah dasar dan sekolah menengah di kota Semarang yang telah aktif mengikuti pelatihan dan sebagai responden dalam penelitian dan pengabdian masyarakat, para siswa sekolah dasar dan sekolah menengah di kota Semarang, serta pimpinan Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah mendanai kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat.

Wassalamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

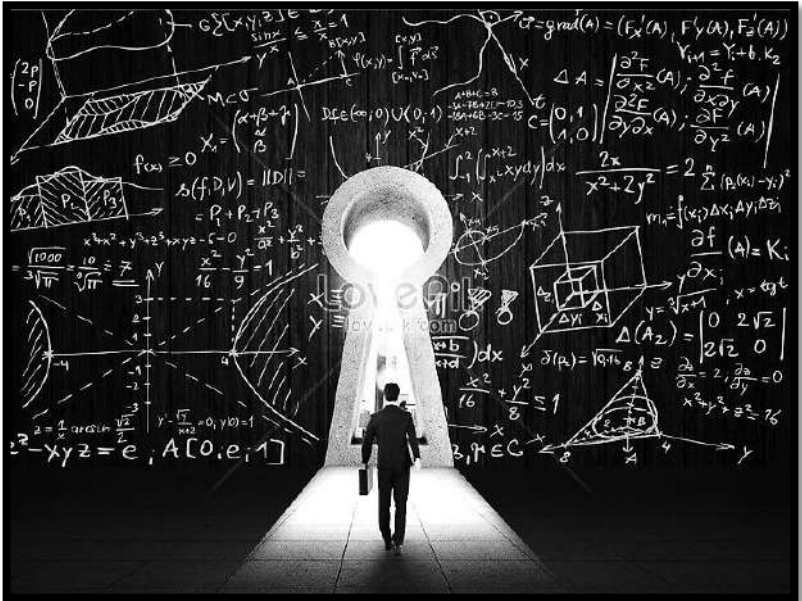
Hormat Kami,

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| PRAKATA | 03 |
| DAFTAR ISI | 05 |
| BAB 1 : PENDAHULUAN | 07 |
| BAB 2 : OPERASIONALISASI PENGETAHUAN | 17 |
| BAB 3 : MEMAHAMI POLARITAS PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL | 29 |
| BAB 4 : PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL DALAM MATEMATIKA | 45 |
| BAB 5 : DUALITAS PENGETAHUAN MATEMATIKA | 61 |
| BAB 6 : HUBUNGAN PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL | 78 |
| BAB 7 : ARTI PENTING PENGETAHUAN KONSEPTUAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA | 88 |
| BAB 8 : PENDEKATAN HYBRID UNTUK PENGAJARAN MATEMATIKA | 101 |
| BAB 9 : METAKOGNISI | 119 |
| BAB 10 : PENUTUP | 142 |
| GLOSARIUM | 144 |
| DAFTAR PUSTAKA | 147 |
| BIODATA PENULIS | 154 |

KONSEP PENDIDIKAN DAN KETERAMPILAN MASA DEPAN



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.

Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Konsep Pendidikan dan Keterampilan Masa Depan

Pengetahuan biasanya mencakup fakta, konsep dan ide teoritis serta pemahaman praktis berdasarkan pengalaman telah melakukan tugas-tugas tertentu (OECD, 2018). Sementara ada banyak definisi pengetahuan lainnya, yang satu ini telah diuji dan diadopsi oleh kelompok pemangku kepentingan internasional yang terlibat dalam proyek OECD *Future of Education and Skills 2030*.

Kerangka kerja pembelajaran OECD 2030, Produk masa depan pendidikan OECD dan Proyek skills 2030 membedakan empat jenis pengetahuan yang berbeda yaitu: disiplin, interdisipliner, epistemic, dan prosedural.

- a) **Pengetahuan disiplin** mencakup konsep khusus mata pelajaran dan konten terperinci, seperti yang dipelajari dalam studi matematika dan bahasa.
- b) **Pengetahuan interdisipliner** melibatkan keterkaitan konsep dan konten dari satu disiplin ilmu/mata pelajaran dengan konsep dan isi disiplin ilmu/mata pelajaran lain.
- c) **Pengetahuan epistemic** adalah pemahaman tentang bagaimana praktisi ahli dari disiplin bekerja dan berpikir. Pengetahuan ini membantu siswa menemukan tujuan dari belajar, memahami penerapan pembelajaran dan memperluas disiplin pengetahuan mereka.
- d) **Pengetahuan prosedural** adalah pemahaman tentang bagaimana sesuatu dilakukan, rangkaiannya, langkah-langkah atau tindakan yang diambil untuk mencapai

tujuan. Beberapa pengetahuan prosedural adalah domain khusus, beberapa dapat ditransfer lintas domain. Kerangka kerja pembelajaran OECD 2030 menyoroti pengetahuan prosedural yang dapat ditransfer, yaitu pengetahuan yang dapat digunakan siswa di seluruh konteks dan situasi yang berbeda untuk mengidentifikasi solusi untuk masalah.

1.2 Pengetahuan Disiplin

Pengetahuan disiplin adalah komponen mendasar dari pemahaman, memberikan struktur esensial dan konsep dasar yang melaluinya jenis-jenis ilmu juga bisa dipelajari dan dikembangkan. Pengetahuan disiplin diperlukan untuk memahami dunia, dan sebagai struktur, melalui mana jenis pengetahuan lain juga dapat dipelajari dan dikembangkan. Pengetahuan disiplin berisi konsep khusus mata pelajaran dan konten terperinci dari apa yang dipelajari siswa dalam disiplin ilmu tertentu. Sebagai siswa memperoleh pengetahuan disiplin, mereka juga menjadi mampu untuk menghubungkan pengetahuan lintas disiplin ilmu yang berbeda (pengetahuan interdisipliner), mereka belajar bagaimana pengetahuan ini diterapkan dalam situasi yang berbeda oleh praktisi (pengetahuan epistemic), dan mereka belajar tentang proses dan metode yang berbeda untuk menggunakan pengetahuan ini (pengetahuan prosedural).

Dengan demikian pengetahuan disiplin adalah dasar dari struktur konseptual yang mengarah pada pemahaman dan keahlian (Gardner, 2006). Ketika siswa belajar tingkat dasar pengetahuan disiplin mereka mampu mengembangkan pengetahuan ini lebih lanjut ke dalam pengetahuan khusus atau untuk menciptakan pengetahuan baru. Konsep-konsep

husus subjek dan konten terperinci dari pengetahuan disiplin yang siswa belajar juga dipengaruhi oleh pengetahuan, keterampilan, sikap dan nilai-nilai yang dijunjung tinggi masyarakat pada saat itu.

1.3 Pengetahuan interdisiplin

Pengetahuan interdisipliner semakin penting untuk dipahami dan dipecahkan masalah yang kompleks. Mengidentifikasi beberapa solusi untuk masalah yang kompleks membutuhkan pemikiran lintas disiplin (OECD, 2018 in (Schleicher, 2018). Konsep Masa Depan Pendidikan dan Keterampilan OECD 2030 menjelaskan lima pendekatan untuk merancang kurikulum bagi siswa sehingga mereka dapat memperoleh pengetahuan interdisipliner:

- 1) Siswa dapat belajar untuk **mentransfer konsep-konsep kunci** atau "ide-ide besar" di berbagai disiplin ilmu. Ide-ide besar adalah konsep interdisipliner yang luas yang melampaui bidang spesifik subjek dan mengatasi pemahaman yang lebih dalam (Harlen, 2010). Mengajar ide besar dapat mengarah pada pembelajaran yang lebih dalam dan transfer pengetahuan dan keterampilan yang lebih efektif. Konsep-konsep kunci atau ide-ide besar ada dalam setiap mata pelajaran tetapi mereka dapat diakui di mata pelajaran yang berbeda sebagai "konsep-meta" atau "konsep-makro" (Erickson et al., 2017).
- 2) Siswa dapat belajar untuk **mengidentifikasi keterkaitan** antara berbagai konsep di disiplin ilmu. Dalam pendidikan seperti dalam kehidupan, semuanya saling berhubungan. Sejak berbagai disiplin saling mempengaruhi, dapat bermanfaat untuk menyajikan

pengetahuan secara saling berhubungan, mencerminkan kompleksitas dunia di mana kita hidup.

- 3) Siswa dapat belajar menghubungkan berbagai disiplin ilmu melalui **pembelajaran tematik**. Di dalam upaya untuk menghindari kurikulum yang berlebihan, beberapa negara memberikan kesempatan siswa untuk mengeksplorasi isu/fenomena/tema antar disiplin ilmu dengan menanamkan mereka ke dalam kurikulum yang ada daripada menciptakan mata pelajaran baru.
- 4) Pembelajaran interdisipliner dapat diatur dan difasilitasi dengan **menggabungkan mata pelajaran atau membuat mata pelajaran baru**. Pengelompokan kembali subjek adalah salah satu strategi yang digunakan untuk mengakui pentingnya pengetahuan interdisipliner, sambil menangani tantangan kelebihan kurikulum dan mata pelajaran yang bersaing. Salah satu contoh pengelompokan ulang adalah untuk mengatur kembali mata pelajaran tertentu ke dalam bidang pembelajaran utama.
- 5) Menciptakan ruang dalam kurikulum untuk **pembelajaran berbasis proyek** dapat memfasilitasi studi interdisipliner karena siswa perlu menggabungkan pengetahuan dari berbagai disiplin untuk bekerja pada topik yang kompleks. Pembelajaran berbasis proyek tidak hanya mengacu pada pedagogi tetapi juga pendekatan kurikulum.

1.4 Pengetahuan Epistemik

Pengetahuan epistemik, atau mengetahui bagaimana berpikir dan bertindak seperti seorang praktisi, adalah penting untuk menemukan relevansi dan tujuan dalam pembelajaran siswa.

Pengetahuan tentang berbagai bentuk dan penggunaan pengetahuan, atau pengetahuan epistemik, memungkinkan siswa untuk memperluas pengetahuan disiplin mereka dan menggunakan pemahaman ini untuk membantu memecahkan masalah dan bekerja dengan sengaja menuju hasil masa depan yang berharga, berkontribusi dari waktu ke waktu untuk kesejahteraan. Siswa mampu memahami bagaimana mereka dapat menggunakan pengetahuan mereka dan, dengan refleksi diinformasikan oleh nilai-nilai dan etika, bagaimana mereka dapat membuat komunitas mereka menjadi tempat yang lebih baik.

Menghubungkan pengetahuan dengan masalah kehidupan nyata dapat menyebabkan motivasi siswa yang lebih besar. Banyak pendidik berpendapat bahwa untuk memotivasi siswa, penting untuk menghubungkan pengajaran pengetahuan konten ke pemahaman tentang bagaimana subjek dapat diterapkan pada kehidupan siswa sehari-hari dan kemungkinan pekerjaan mereka di masa depan. Antara lain, ini bisa melibatkan mempelajari apa artinya berpikir seperti ahli matematika, sejarawan, dan insinyur.

Pengetahuan epistemic dapat dirangsang oleh pertanyaan seperti, “Apa yang saya pelajari dalam mata pelajaran ini dan mengapa?”; “Untuk apa saya dapat menggunakan pengetahuan dalam hidup saya?”; “Bagaimana para profesional tertentu dari bidang disiplin ini berpikir?”; “Jenis kode etik apa yang disukai para profesional seperti dokter, insinyur, seniman dan ilmuwan mengikuti?”.

Memastikan bahwa siswa mengenali relevansi dan tujuan pembelajaran mereka tidaklah mudah. (Young & Muller, 2013) menyarankan bahwa jika perancang kurikulum

dan pembuat kebijakan ingin siswa pada tahun 2030 menjadi pemikir kritis, pemecah masalah yang baik dan mampu mengembangkan keterampilan dari "belajar untuk belajar", mereka perlu fokus pada pedagogi dan kurikulum yang berbeda domain pengetahuan. Seberapa jauh mereka mendorong hasil ini dalam pengetahuan mereka? domain? Dan sejauh mana kurikulum dan penilaian formal membantu siswa dan guru menghubungkan apa yang mereka pelajari dengan aplikasi pengetahuan dalam domain tersebut? Misalnya, insinyur belajar memecahkan masalah teknik, tetapi kurikulum mereka jarang mengajarkan mereka untuk memikirkan masalah apa yang harus dipecahkan oleh para insinyur.

1.5 Pengetahuan Prosedural

Pengetahuan prosedural – pengetahuan tentang “bagaimana” – dapat sangat berguna untuk memecahkan masalah yang kompleks. Pengetahuan prosedural tentang kerangka kerja, seperti pemikiran sistem dan pemikiran desain, dapat membantu siswa mengembangkan pola pikir dan proses terstruktur yang memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah. Misalnya, memahami bagaimana sesuatu dilakukan atau dibuat mungkin melibatkan serangkaian langkah, atau tindakan, yang diambil untuk mencapai suatu tujuan – yang dapat dicirikan sebagai strategi.

Beberapa pengetahuan prosedural bersifat spesifik domain, seperti dalam matematika, sementara jenis pengetahuan prosedural lainnya dapat ditransfer ke berbagai domain. Mobus dkk., (Möbus et al., 2018) mendefinisikan

sistem berpikir untuk kelas sebagai "mampu melihat bagaimana" sistem diatur untuk tujuan dan bagaimana jika gagal memenuhi tujuan tersebut, mereka akan tidak dapat bertahan sebagai sistem". Mobus percaya bahwa ketika siswa mempelajari system berpikir, mereka dapat mentransfer pengetahuan disiplin tentang apa itu sistem dan pengetahuan prosedural tentang bagaimana suatu sistem bekerja, untuk mengenali dan memahami sistem dunia nyata (Benander et al., 2018).

Pengetahuan prosedural dan disiplin berfungsi bersama-sama untuk menciptakan informasi yang saling menguntungkan memahami konteks. Tantangan bagi pendidikan adalah membantu siswa berkembang pemahaman yang lebih dalam dengan memfasilitasi pengetahuan disiplin dan prosedural, dan menghubungkan mereka dengan keterampilan, sikap dan kemampuan untuk mentransfer pengetahuan (Benander et al., 2018).

1.6 Pengetahuan, Keterampilan, Sikap, Dan Nilai-Nilai Dikembangkan Secara Saling Bergantung

Dalam praktiknya, sulit untuk memisahkan pengetahuan dan keterampilan; mereka berkembang bersama. Klieme dkk. (Klieme et al., 2008) menegaskan, "tingkat kompetensi yang lebih tinggi ditandai dengan meningkatnya proseduralisasi pengetahuan, sehingga pada tingkat yang lebih tinggi, pengetahuan diubah menjadi keterampilan.

Para peneliti telah mengakui bagaimana pengetahuan dan keterampilan saling berhubungan. Sebagai contoh, laporan National Research Council tentang kompetensi abad

ke-21 (2012) mencatat bahwa “Mengembangkan pengetahuan konten memberikan dasar untuk memperoleh keterampilan, sementara keterampilan pada gilirannya diperlukan untuk benar-benar belajar dan menggunakan konten. Dengan kata lain, keterampilan dan pengetahuan konten tidak hanya terjalin tetapi juga saling memperkuat.”

Demikian pula, para peneliti UNESCO telah menekankan semakin pentingnya kemampuan untuk memahami, menafsirkan dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan dalam berbagai situasi. Scott (2015) menyatakan bahwa belajar untuk mengetahui bukan satu-satunya keterampilan yang diperlukan bagi siswa. Juga penting adalah: *learning to do*, yang mencakup keterampilan memecahkan masalah, berpikir kritis, dan kolaborasi; belajar menjadi, yang mencakup keterampilan sosial dan lintas budaya, tanggung jawab pribadi dan regulasi diri; dan belajar untuk hidup bersama, yang mencakup kerja tim, kewarganegaraan, dan digital kewarganegaraan, dan kompetensi global (Scott, 2015).

Sistem pendidikan di dunia telah bergerak dari mendefinisikan mata pelajaran dan membutuhkan pengetahuan kurikulum sebagai kumpulan fakta, menuju pemahaman sebagai sistem yang saling terkait. Bukti terbaru dari penelitian sains pembelajaran menunjukkan bahwa pola-pola perkembangan pembelajar sangat bervariasi, daripada mengikuti progresi atau pergerakan linier yang tetap diprediksi melalui hierarki formal pengetahuan berbasis kurikulum. Seorang pelajar bisa menampilkan tingkat keterampilan, kompetensi atau pemahaman yang berbeda pada saat yang berbeda, tergantung pada situasi di mana mereka belajar. Namun, seiring waktu, pelajar melakukan kemajuan

melalui tahap-tahap kedewasaan dan kesadaran belajar mereka yang dapat dikenali, terutama saat mereka tumbuh melalui masa kanak-kanak dan remaja dan menjadi dewasa. Mereka dibimbing dan ditantang oleh hubungan sosial dan nilai-nilai budaya di sekitarnya.

Ketika siswa mengembangkan kompetensi dan pemahaman mereka di berbagai bidang pengetahuan, mereka mungkin melalui siklus pembelajaran yang cepat dan berulang di mana kinerja dan keterampilan tingkat berkembang dengan cepat dan kemudian jatuh kembali sebagai fokus tugas atau konteks di mana itu sedang dilakukan bervariasi. Seiring waktu, perkembangan kognitif, kesadaran diri, sikap dan keyakinan, dan kemampuan untuk beradaptasi dan mentransfer pembelajaran di berbagai pengaturan, semuanya dapat memperkuat satu sama lain, mendukung baik tingkat pemahaman yang lebih dalam maupun tingkat pemahaman yang lebih tinggi kompetensi di antara peserta didik. Interaksi antar pengetahuan disiplin, interdisipliner, epistemik dan prosedural terjadi dalam konteks ini, membantu menghubungkan dan mengintegrasikan berbagai aspek pengetahuan dengan kemampuan setiap peserta didik untuk beradaptasi dan menerapkan apa yang mereka ketahui untuk lanskap yang berubah.

OPERASIONALISASI PENGETAHUAN



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 2

OPERASIONALISASI PENGETAHUAN

2.1 Pengetahuan Konseptual

Dalam literatur ilmu kognitif menggambarkan dua jenis pengetahuan deklaratif dan pengetahuan procedural. Pengetahuan deklaratif sebagian besar identik dengan pengetahuan konseptual, tetapi berbeda di mana literatur ilmu kognitif menggambarkan pengetahuan seperti itu sebagai hanya terdiri dari " fakta " tanpa referensi eksplisit untuk hubungan yang mungkin ada antara "fakta" itu.

Pengetahuan konseptual didefinisikan sebagai kombinasi dari unit-unit informasi dan hubungan yang bermakna antara unit-unit tersebut. **Pengetahuan konseptual** memuat ide atau gagasan dalam suatu disiplin ilmu yang memungkinkan seseorang untuk mengklasifikasikan suatu objek atau mengelompokkan atau mengklasifikasikan berbagai objek (Hiebert, 1986) (Zuya, 2017) (Hurrell, 2021) (Long, 2005). **Pengetahuan konseptual** berkaitan dengan klasifikasi, kategori, prinsip, generalisasi, teori, model dan struktur. Definisi ini berasal dari penelitian empiris tentang pembelajaran dan pemecahan masalah dalam domain ilmiah dan kuantitatif yang kompleks seperti: sebagai matematika dan teknik.

Literatur pendidikan juga menggambarkan dua jenis pengetahuan lainnya, diberi label sebagai procedural dan strategis. Pengetahuan procedural adalah pemahaman yang berorientasi pada proses dari domain masalah yang diberikan.

Namun, literatur pendidikan menambah pengetahuan strategis, yang digunakan untuk mengoperasionalkan pengetahuan konseptual menjadi pengetahuan procedural (Gambar 2.1). Postulat bahwa pengetahuan konseptual memiliki hubungan langsung dengan pengetahuan prosedural melalui proses operasionalisasi yang diberikan oleh pengetahuan strategis.



Gambar 2.1 Operasionalisasi Pengetahuan
<https://images.app.goo.gl/hkPKrwg VpuuktPgKA>

2.2 Pengetahuan Prosedural

Psikolog kognitif berbicara tentang pengetahuan 'prosedural' dan 'deklaratif', tetapi mereka juga menggunakan ide pengetahuan 'strategis' (Gott, 1988). Jenis pengetahuan yang terakhir ini sebenarnya 'mengendalikan' pengetahuan prosedural dan deklaratif sebagai pengetahuan 'bagaimana memutuskan apa yang harus dilakukan dan kapan'. Ini memberikan gagasan tentang hierarki pengetahuan, dan khususnya pengetahuan prosedural.

Pengetahuan prosedural didefinisikan sebagai proses yang berorientasi pemahaman tentang domain masalah

yang diberikan. Dalam beberapa hal, spesifikasi tingkat (dan apakah pengetahuan strategis termasuk atau dimasukkan oleh pengetahuan prosedural) kurang penting daripada gagasan bahwa ada tingkat seperti itu, dan bahwa ketika datang untuk mempelajari pengetahuan prosedural, keseimbangan dicapai antara prosedur terperinci yang mendukung pembelajar dalam konteks tertentu dan prosedur abstrak yang tidak mungkin digunakan. Kunci ke tingkat yang sebenarnya adalah pengetahuan konseptual, dan itu menjadi lebih penting ketika kompleksitas situasi meningkat.

Pemecahan masalah adalah pengetahuan prosedural tingkat tinggi tertentu, tetapi istilah yang sangat disalahgunakan, tidak hanya dalam teknologi pendidikan, tetapi dalam literatur secara lebih umum. Ini disalahgunakan dalam hal apa yang dianggap sebagai masalah dan strategi pemecahan masalah, tetapi juga dalam hal apa yang digambarkan sebagai pemecahan masalah.

Temuan penting dari beberapa dekade penelitian adalah bahwa keterampilan pemecahan masalah tergantung pada pengetahuan domain yang cukup besar (Hiebert, 1986) (Bereiter, 1999; van Aalst, 2009). Jadi, alih-alih menjadi keterampilan umum yang dapat digunakan dengan keberhasilan yang sama di berbagai bidang, keterampilan ini membutuhkan keahlian dalam konteks penerapannya. Bahkan peneliti (Bucciarelli, 1995) menunjukkan bahwa diasumsikan bahwa pemecahan masalah adalah keterampilan yang dapat ditransfer secara umum.

Memang beberapa orang berpendapat bahwa, meskipun mungkin untuk berbicara tentang masing-masing kegiatan ini dalam kaitannya dengan pemecahan masalah,

tidak mungkin untuk menunjuk ke aspek kegiatan pemecahan masalah aktual yang sesuai dengan masing-masing kategori ini tindakan pemecahan masalah (Bucciarellil, 1995).

Mereka yang mendukung keterampilan pemecahan masalah umum, tetapi yang mengakui bahwa mereka tidak didasarkan pada prosedur algoritmik, mungkin membangkitkan gagasan heuristik, yaitu aturan praktis yang digunakan dalam memecahkan masalah. Misalnya, jika Anda tidak dapat memecahkan masalah, cobalah 'pecah menjadi masalah yang lebih kecil yang dapat Anda pecahkan'. Ide heuristik yang menggoda ini, yang didukung oleh Pölya (1957) dalam teks klasiknya tentang pemecahan masalah. Tetapi, seperti yang dikemukakan ahli (Li & Schoenfeld, 2019), heuristik semacam itu "terbukti [menjadi] jauh lebih kompleks dan jauh lebih tidak mudah dikendalikan daripada yang diharapkan atau diharapkan." Inti dari masalah ini adalah salah satu tingkat detail yang saya catat sebelumnya, yaitu bahwa mungkin untuk memberi label strategi (misalnya memecah masalah menjadi masalah yang lebih kecil), tetapi cukup lain untuk memberikan instruksi yang akan memungkinkan siswa untuk menggunakan strategi seperti itu ketika menghadapi masalah baru. Apa yang dianjurkan Schoenfeld adalah merinci prosedur-prosedur tersebut sehingga dapat dipelajari (sebenarnya dia menggunakan kata 'pelatihan' dalam konteks ini). Jadi kami memiliki gagasan tentang prosedur khusus, dan juga gagasan tentang perlunya prosedur tingkat tinggi untuk mengendalikannya.

Schoenfeld sebenarnya menganjurkan kategori pengetahuan yang dia sebut 'kontrol', yang digunakan untuk mengelola pengetahuan konseptual (apa yang dia sebut

'sumber daya') dan heuristic (Li & Schoenfield, 2019). Yang lain menggunakan ide metakognisi atau pengaturan diri untuk menggambarkan fungsi kontrol ini, atau seperti yang saya sebutkan sebelumnya, pengetahuan strategis. Istilah tersebut tidak selalu dipisahkan dengan jelas karena metakognisi mencakup pengetahuan prosedural dan konseptual, digunakan untuk memasukkan pengetahuan tentang sumber daya kognitif (yang akan mencakup konsep) dan mekanisme pengaturan diri. Pengaturan diri dalam banyak hal cukup mudah; itu melibatkan perencanaan apa yang harus dilakukan selanjutnya, memeriksa hasil strategi, dan mengevaluasi dan merevisi strategi. Bagi mereka yang mengajar desain, ide-ide ini terlihat familier, tetapi, seperti yang akan saya tunjukkan nanti, tidak begitu sederhana dalam hal mengajar dan mempelajari prosedur ini. Apa yang penting untuk pembelajaran pengetahuan strategis tersebut adalah perlakuan eksplisit dari guru.

Dalam pengajaran eksplisit tentang bagaimana dan kapan menggunakan prosedur, pengetahuan strategis ini dapat dikembangkan, dan yang penting, ditransfer ke situasi baru. Meskipun upaya ini untuk menguraikan pengetahuan prosedural yang mendasari pemecahan masalah, dan kesepakatan umum tentang pentingnya domain dan konteks khusus dari situasi masalah, ada orang-orang yang meragukan seluruh konsep pemecahan masalah. Lave, yang bersama dengan orang lain telah mempelajari aktivitas sehari-hari dalam bekerja, berpendapat bahwa penekanan yang diberikan studi kognitif pada pemecahan masalah adalah berlebihan dan memiskinkan masalah (Bucciarellil, 1995). Studi tentang pengamat berat badan, pemuat susu di perusahaan susu,

pembeli di supermarket, dan penjahit, mengungkapkan banyak hal tentang strategi aktif, fleksibel, dan inventif yang mereka gunakan.

Proses mental mereka terstruktur oleh konteks, aktivitas, alat dan interaksi mereka dengan orang lain. Jadi, dalam aktivitas rutin sehari-hari, aritmatika lebih terstruktur daripada struktur, belanja (untuk pembelian terbaik). Secara signifikan, 'orang biasa' dapat memecahkan masalah menggunakan keterampilan aritmatika dengan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi di supermarket, dibandingkan dengan kinerja biasa-biasa saja dalam keterampilan aritmatika setara yang diperlukan dalam tes seperti sekolah (Bucciarellil, 1995). Berbeda dengan algoritme untuk memecahkan masalah aritmatika yang diajarkan JPF di sekolah, yang tidak dapat mereka gunakan secara efektif dalam tes, strategi pemecahan masalah supermarket mereka bervariasi di berbagai pengaturan (yaitu ketika memilih pembelian terbaik untuk produk tertentu). Memang mereka bisa mengubah atau meninggalkan masalah, dan masalah dan penyelesaiannya akan menyatu. Alih-alih ada masalah yang diajukan (seperti dalam tes seperti di sekolah), aktivitas yang sedang berlangsung (misalnya berbelanja) membentuk tindakan terus-menerus menghadapi dilema yang mereka selesaikan dengan memecahkan masalah, tanpa solusi 'benar' dan tanpa solusi yang sepenuhnya memuaskan (Bucciarellil, 1995).

Penyelesaian dilema inilah, dan fakta bahwa pembangkitan dan penyelesaiannya dapat terjadi secara bersamaan, itulah yang menjadi pusat praktik, dan praktik inilah, bukan pemecahan masalah, yang harus menjadi fokus upaya kita. Implikasi dari ini untuk sekolah sulit untuk

dipahami dan mungkin membawa kita kembali ke magang dalam belajar, tetapi rekan-rekan saya dan saya memiliki bukti bahwa itu memberikan wawasan tentang beberapa kegiatan yang kita lihat anak-anak terlibat di dalam kelas teknologi (Bucciarelli, 1995). Sikap yang mendukung pengambilan pembelajaran terletak kontroversial dan, bahkan jika 'teori praktiknya' tidak diterima, tetap saja menekankan kembali pentingnya konteks dan objek kegiatan. Penekanan ini adalah salah satu yang dibagikan dengan banyak psikologi kognitif.

2.3 Konstruksi Pengetahuan Konseptual

Jika perkembangan pemahaman dipandang sebagai pembentukan mata rantai dalam pengetahuan siswa, maka kita sampai pada dua gagasan penting yang mendasari masalah pembelajaran dalam kaitannya dengan pengetahuan konseptual, yaitu gagasan konstruktivisme dan skemata. Konstruktivisme berfokus pada individu membangun representasi pengetahuan mereka, yang diuji terhadap pengalaman. Ketika konsep diperkenalkan di sekolah, mereka tidak ditransmisikan kepada siswa, tetapi siswa akan berusaha untuk menyesuaikannya ke dalam model atau konsep yang mereka miliki saat ini. Model-model ini mungkin kontras dengan yang disajikan dalam pelajaran sains tersebut (di mana mereka biasanya disebut 'kerangka alternatif'), dan siswa hanya akan 'belajar' sains (yaitu memasukkan konsep sains ke dalam struktur pengetahuan mereka) jika mereka mampu mengganti atau memodifikasi model-model yang ada. Ini bukan sekadar proses penemuan individu, melainkan proses enkulturasi ke dalam wacana sains; maka kita memiliki istilah sosial-konstruktivisme untuk menunjukkan elemen sosial.

Pemecahan masalah adalah proses penting dalam konstruksi pengetahuan ini, tetapi seringkali pemecahan masalah dalam konteks ini dilihat hanya sebagai alat pedagogik misalnya, (Glaserfeld, 1995), bukan sebagai pengetahuan prosedural yang harus diajarkan dan dipelajari. Model konseptual siswa yang ada sulit untuk diubah dan, meskipun banyak yang diketahui tentang model ini dan pedagogi yang membahas perubahan mereka, sekolah sangat tidak berhasil dalam memungkinkan pengembangan konseptual siswa. Pandangan konstruktivis, dan penelitian terkait pada kerangka alternatif siswa, memiliki implikasi penting untuk penggunaan dan pengembangan pengetahuan konseptual dalam pendidikan teknologi. Pertama, sulit untuk memastikan apa yang harus diasumsikan melalui pengetahuan sebelumnya ketika menghadapi tugas yang menggunakan konsep sains, bahkan dalam situasi yang tidak biasa ketika seorang guru teknologi mengetahui konsep apa yang telah dibahas dalam pelajaran sains. Kedua, siswa akan membawa ke teknologi dari pelajaran sains ide konsep seperti 'perlawanan' tetapi mungkin tidak berfungsi dalam konteks proyek teknologi. Ketiga, setiap konsep baru yang diperkenalkan dalam teknologi akan membutuhkan waktu untuk mengembangkan pemahaman siswa. Seperti yang akan saya tunjukkan, ini terbukti sulit dalam situasi di mana pengetahuan konseptual dipandang sebagai yang sekunder.

Psikolog kognitif menggambarkan skema sebagai struktur pengetahuan yang ada dalam memori; mereka pada dasarnya adalah apa yang dibangun oleh individu dari pengalaman dan instruksi. Skemata inilah yang perlu diperhitungkan oleh guru ketika mereka ingin siswa

mempelajari konsep atau teori baru, dan skemata inilah yang memberi para ahli dalam suatu domain kemampuan untuk memecahkan masalah dengan cepat. Sementara mereka yang berada di domain tertentu, seperti sains dan matematika, menggunakan istilah 'pengetahuan konseptual', mereka yang menangani tugas dunia nyata lebih suka menggunakan istilah 'pengetahuan deklaratif', tetapi melihatnya sebagai pengetahuan tentang perangkat atau sistem (Bucciarelli, 1995).

Gagasan bahwa ada konsep abstrak atau 'murni' atau pengetahuan perangkat yang terpisah dari dunia objek ditantang (Bucciarelli, 1995). Tetapi sebelum saya mempertimbangkan ini lagi, izinkan saya beralih ke hubungan antara pengetahuan konseptual dan prosedural. Baik gagasan tentang skema dan pengetahuan di perangkat menjadi sangat penting dalam mempertimbangkan tautan ini. Keterkaitan antara pengetahuan konseptual dan prosedural Perdebatan yang dicatat di awal bab ini dalam beberapa hal salah, dalam arti bahwa untuk menjadi efektif dalam sains atau matematika perlu menggunakan pengetahuan konseptual dan prosedural.

Diskusi dalam domain ini sekarang berfokus pada hubungan dua jenis pengetahuan (misalnya (Hiebert, 1986) (Murphy & MacKenzie, 1995). Literatur tentang pemecahan masalah paling jelas menggambarkan pentingnya hubungan ini karena dalam domain terbukti bahwa kepemilikan pengetahuan konseptual yang membuat penggunaan yang efektif dari pengetahuan prosedural pemecahan masalah (Glaser, 1984).

Beberapa mengambil ini dari teori aktivitas, yang dikembangkan dari Vygotsky, yang melihat hubungan timbal balik antara pengetahuan dan tindakan (Scribner, 1985); yang lain melihatnya sebagai perkembangan antropologi kognisi sosial dalam praktiknya (Lave, 1988). Either way, itu akan membawa kita untuk menyatukan pengetahuan konseptual dan procedural.

Pada bagian bab ini, kami ingin meninjau beberapa implikasi dari ide-ide di atas pada pengetahuan dan pembelajaran dalam konteks apa yang terjadi dalam pendidikan di sekolah. Sekali lagi kami akan mempertimbangkan pengetahuan prosedural dan konseptual secara terpisah sambil mengakui bahwa hubungan lebih penting daripada perbedaan mereka.

Proses desain pengetahuan prosedural dan pemecahan masalah tentu saja merupakan kandidat utama untuk dipertimbangkan sebagai pengetahuan prosedural, dan mereka ditampilkan di banyak kurikulum sekolah, di mana teknologi ada sebagai mata pelajaran yang terpisah. Kami telah menunjukkan bahwa masing-masing ini diperlakukan sebagai tujuan keterampilan umum. Model desain atau pemecahan masalah yang menunjukkan langkah-langkah, bahkan jika ini terlihat berulang atau melingkar, tidak mungkin mewakili apa yang dilakukan dalam praktik baik oleh ahli teknologi atau siswa. Memang, ada bukti dalam catatan praktik desain, yang paralel dengan temuan mereka yang mengambil perspektif kognisi yaitu bahwa objek, alat, solusi, dan masalah semuanya berinteraksi untuk menentukan desain pemikiran (Buccarelli, 1994).

Sebagian besar guru berasumsi bahwa siswa dapat menghasilkan ide tetapi tidak menginstruksikan mereka tentang cara bertukar pikiran atau cara menggunakan prosedur lain. Hal ini menawarkan tantangan yang jelas untuk praktik guru tetapi juga bimbingan tentang bagaimana siswa harus didukung sehingga mereka dapat mengembangkan pengetahuan procedural.

Pada tingkat pengetahuan strategis, guru sering menyusun proyek sehingga setiap pelajaran lebih mewakili langkah-langkah dalam proses. Hal ini tidak hanya mendorong ritual (rutinitas), tetapi juga menghilangkan keputusan apa pun dari siswa, dan karena hilangnya kesempatan siswa untuk terlibat dalam pemikiran strategis. Siswa perlu menghadapi pertanyaan kapan harus berhenti menghasilkan ide-ide baru dan beralih untuk mengevaluasi masing-masing atau memilih satu, atau memang mulai lagi untuk melihat situasi atau masalah, jika mereka ingin mengembangkan pengetahuan prosedural strategis.

MEMAHAMI POLARITAS PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 3

MEMAHAMI POLARITAS PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL

3.1 Kerangka Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

Kata atau istilah polaritas (jamak) diambil dalam istilah kimia: kualitas atau kondisi yang melekat pada suatu benda yang menunjukkan sifat atau kekuatan yang berlawanan pada bagian atau arah yang berlawanan. Hubungan antara dua sifat atau kecenderungan yang berlawanan. "... melihatnya sebagai polaritas yang seimbang antara yang baik dan yang buruk" atau keadaan yang ditunjukkan sebagai perbedaan antara positif dan negatif). Selanjutnya kata polaritas dipakai untuk mendeskripsikan adanya perbedaan antara pengetahuan konseptual dan prosedural.

Kerangka pengetahuan konseptual dan prosedural pada dasarnya berasal dari cara seseorang mengkonseptualisasikan istilah "pengetahuan konseptual" dan "pengetahuan prosedural". Ketika diminta memberikan definisi pengetahuan konseptual dan prosedural, banyak sarjana mengutip bab pembukaan dari buku Hiebert (1986) yang diedit. Pengetahuan konseptual biasanya didefinisikan sebagai pengetahuan yang kaya akan hubungan. Ini dapat dianggap sebagai jaringan yang terhubung pengetahuan, jaringan di mana hubungan yang menghubungkan sama menonjolnya dengan potongan informasi yang terpisah. Hubungan meliputi fakta dan proposisi sehingga semua

informasi terhubung ke beberapa jaringan (James Hiebert, 1986) (J. Hiebert & Lefevre, 1986).

Pengetahuan prosedural didefinisikan dalam dua jenis pengetahuan. Salah satu jenis pengetahuan prosedural adalah kedekatan dengan simbol-simbol sistem individu dan dengan konvensi sintaksis untuk konfigurasi simbol yang dapat diterima. Jenis pengetahuan prosedural yang kedua terdiri dari aturan atau prosedur untuk memecahkan masalah matematika. Banyak dari prosedur yang mungkin dimiliki siswa sebagai rantai resep untuk memanipulasi simbol (J. Hiebert & Lefevre, 1986).

Kualitas pengetahuan mengacu pada cara sesuatu diketahui pada dasarnya seberapa baik itu dipahami. Pengetahuan dapat diketahui secara mendalam, di tingkat superfisial dan apa pun di antara dua ekstrem. Pengetahuan tingkat dalam saling terkait dengan pemahaman, fleksibilitas, evaluasi, dan penilaian kritis (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996), sementara pengetahuan dangkal atau tingkat permukaan terkait dengan pembelajaran hafalan, reproduksi, dan tidak fleksibel (Glaser, 1991). Sebaliknya, tipe pengetahuan hanya mengacu pada apa yang diketahui. Dengan perbedaan ini, kata sifat "konseptual" dan "prosedural" membatasi jenis pengetahuan apa yang sedang dikarakterisasi. Jadi pengetahuan konseptual akan mengacu pengetahuan tentang konsep, termasuk prinsip dan definisi; pengetahuan prosedural akan mengacu pada pengetahuan tentang prosedur, termasuk urutan tindakan dan algoritma yang digunakan dalam masalah pemecahan.

Star dan Stylianides menyatakan bahwa pengetahuan konseptual dan procedural dalam komunitas penelitian

pendidikan matematika melibatkan jenis pengetahuan dan kualitas, dimana pandangan umum tentang pengetahuan konseptual adalah pengetahuan yang diketahui secara mendalam, sedangkan pengetahuan prosedural adalah pengetahuan yang diketahui secara dangkal (Star & Stylianides, 2013).

3.2 Apa itu Matematika Konseptual?

"Matematika konseptual" adalah singkatan dari instruksi matematika yang menjelaskan alasan mengapa operasi bekerja sebagaimana mestinya. Ini sering dikontraskan dengan "matematika prosedural," yang mengajarkan siswa untuk memecahkan masalah dengan memberi mereka serangkaian langkah yang harus dilakukan.

Diambil contoh matematika prosedural mendekati masalah dasar seperti pengurangan dua digit (katakanlah $72 - 69$) dengan mengajar siswa untuk "meminjam". Karena Anda tidak dapat mengurangkan 9 dari 2, coret 7 di samping 2, ubah menjadi 6, dan "pinjamkan" 1 yang telah Anda pinjam ke 2. Itu mengubah 2 menjadi 12, dan $12 - 9$ adalah 3, sedangkan $6 - 6$ adalah 0. Rangkaian langkah ini dikenal sebagai algoritme: serangkaian proses yang Anda ikuti untuk menemukan jawaban dari suatu masalah.

Matematika konseptual menjelaskan mengapa algoritme berfungsi. Pertama-tama, angka-angka ini hanyalah cara singkat untuk menulis $70 + 2 = (72)$ dan $60 + 9 = (69)$. Alih-alih diajar untuk "meminjam" 1 dari 7 menjadi 12, siswa malah mungkin belajar bahwa 70 terdiri dari yang "diikat", atau "disusun," menjadi tujuh set 10an ($10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 2$) dan salah satu dari himpunan tersebut harus

"diuraikan" kembali menjadi satu dan digabungkan dengan 2 untuk membentuk 12. Jadi soal pengurangan sebenarnya bisa ditulis seperti ini: $(60 + 12) - (60 + 9) = (60 - 60) + (12 - 9) = 0 + 3 = 3$. Perhatikan kasus pemecahan masalah perkalian dua bilangan di bawah ini.

| A | B | C |
|------|-------|-------|
| 35 | 35 | 35 |
| x 25 | x 25 | x 25 |
| 175 | 175 | 25 |
| + 70 | + 700 | 150 |
| 875 | 875 | 100 |
| | | + 600 |
| | | 875 |

Gambar 3.1 Pemecahan Masalah Perkalian Matematika

Langkah pemecahan masalah (A) merupakan hasil pengetahuan procedural, hal ini tampak saat subjek menuliskan hasil perkalian 70 yang ditulis dalam urutan ke kiiri. Saat subjek ditanya mengapa seperti itu? Jawabnya karena hanya mengikuti prosedur yang diajarkan oleh guru tanpa tahu makna dan alasannya.

Langkah pemecahan masalah (B) dan (C) merupakan hasil pemahaman pengetahuan konseptual dimana subjek memahami sifat distribusi perkalian. Perbedaannya (B) konsep penjabaran pendek dan (C) penjabaran panjang. Berikut ini penjabarannya.

Subjek (B):

$$35 \times 25 = 35 \times (20 + 5) = (35 \times 5) + (35 \times 20) = 175 + 700 = 875$$

Subjek (C):

$$35 \times 25 = (30 + 5) \times (20 + 5)$$

$$35 \times 25 = (5 \times 5) + (30 \times 5) + (5 \times 20) + (30 \times 20)$$

$$35 \times 25 = 25 + 150 + 100 + 600$$

$$35 \times 25 = 875$$

Pada tingkat paling dasar, ini mungkin tidak tampak seperti perbedaan metode yang besar. Tetapi pemahaman bahwa jumlah yang lebih besar "terdiri" dari kelompok-kelompok kecil yang diikat menjadi set (himpunan) yang lebih besar akan sangat penting untuk pemahaman yang tepat tentang operasi yang lebih rumit seperti pembagian panjang.

Siswa yang hanya mempelajari prosedur akan menemukan diri mereka, di tingkat atas mereka menjalankan algoritma tanpa memahami mengapa langkah-langkah tersebut berhasil. Banyak siswa di menyerah untuk mengetahui mengapa sesuatu bekerja dalam matematika. Ketika mereka mendapatkan jawaban yang benar hanya dengan mengikuti prosedur, terlepas dari pemahaman konseptual, mereka merasa puas. Matematika prosedural itu penting; siswa harus mempelajari algoritma. Tetapi literasi matematika melibatkan pembelajaran baik prosedur maupun alasan mengapa mereka bekerja.

Pengetahuan prosedural diilustrasikan ketika guru menampilkan pengetahuan matematika mereka, metode untuk menambah atau mengurangi, menghitung luas atau keliling, menentukan rata-rata, median, atau modus, menghitung independen dan kejadian probabilitas dependen, dan

seterusnya. Guru mengungkapkan pengetahuan konseptual ketika mereka menunjukkan pemahaman tentang berbagai metode untuk menyelesaikan tugas atau tautan yang berbeda konsep untuk mengungkap atau membentuk pilihan baru.

Pengajaran matematika dasar yang efektif dalam kerangka Shulman (1986) adalah keseimbangan dari pemahaman konseptual yang mendalam di setiap tiga bidang pengetahuan konten: materi pelajaran (atau konten), konten pedagogis, dan pengetahuan kurikulum. Guru SD seharusnya memiliki pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang mengatur matematika, tahu topik (standar) yang relevan seharusnya diajarkan, dan tahu cara terbaik untuk mengajar mereka.

3.3 Matematika Konseptual: Mengapa Penting?

Matematika konseptual sering menyiratkan kesadaran akan konsep dan teknik yang relevan dengan literasi angka daripada hanya menghafal rumus. Pemahaman konsep matematika menyiratkan bahwa siswa mampu menangkap ide-ide di balik setiap masalah, untuk menyelesaikannya. Ini memastikan evaluasi strategis angka dan bukan hanya prosedur aritmatika.

Dengan wawasan tambahan, pengetahuan konseptual membuat siswa siap untuk menalar angka, dan juga membedakan bagaimana angka-angka itu dipecah dan diterapkan. Menguasai hal yang sama, mereka secara logis dapat memahami mengapa suatu algoritma sangat penting dan sejauh mana itu harus dipertimbangkan dalam memahami gagasan. Memfasilitasi siswa untuk mengatasi tantangan yang tidak rutin juga, pemahaman konseptual menetapkan siswa

untuk menjadi jelas dan efisien sehingga mereka mengurangi kebutuhan untuk condong pada pengetahuan yang terbatas.

Pembelajaran konseptual matematika mengintegrasikan fungsi ide, dengan cara ini siswa dapat mengatur ide-ide dan nantinya dapat mencoba beberapa ide inovatif dengan angka dan juga dalam menyelesaikannya. Dengan begitu mereka bisa fokus menyelesaikan masalah secara cepat dengan tidak sepenuhnya mengandalkan formula dan regulasi yang sudah ditentukan.

Semua ini dimungkinkan karena murid dapat menghubungkan fakta dan di mana ini termasuk dalam matematika. Selain meningkatkan kecerdasan, prosedur konseptual membantu individu untuk membedakan pada kerangka waktu apa suatu konsep dapat benar-benar digunakan dalam dunia pragmatis. Siswa mungkin memerlukan pemikiran konseptual dalam matematika untuk memecahkan masalah secara logis sebelum melanjutkan ke langkah algoritmik.

3.4 Apa itu Matematika Prosedural ?

Konsep matematika prosedural melibatkan mempertimbangkan aturan dan rutinitas matematika. Pendekatan semacam itu menjelaskan serangkaian langkah yang harus diikuti siswa untuk menghadapi angka dan masalah. Karena itu, pembelajar dapat memastikan pengetahuan keterampilan algoritmik, prosedur sistematis, dan metode. Pengetahuan prosedural juga mencakup kategori yang digunakan untuk menentukan kapan menggunakan berbagai langkah dan instruksi yang diperlukan untuk pemecahan masalah.

Di sini siswa mungkin perlu mengandalkan menghafal rumus dan teorema khusus terkait bab untuk menjawab pertanyaan, sehingga ini dapat dicapai meskipun ruang kelas dan sisi abstrak terganggu. Strategi ini dapat menetapkan siswa untuk menggunakan proses yang tepat dan menjalani langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai jawabannya.

Pemecahan matematis prosedural bekerja paling baik untuk anak-anak ketika mereka perlu menyelesaikan pertanyaan yang secara langsung melibatkan rumus dan teorema untuk mendapatkan jawabannya. Di sini, siswa dengan pengetahuan yang kuat tentang prinsip-prinsip untuk dipecahkan dapat mengikuti dengan mudah saat mereka menerapkan serangkaian strategi pemecahan berbasis langkah yang tetap. Untuk anak-anak pengetahuan prosedural mungkin menjadi mudah diterapkan. Ini memungkinkan siswa untuk menjadi lebih berorientasi pada solusi dan memungkinkan mereka lebih fokus dalam menemukan solusi dengan bantuan himpunan pengetahuan matematika.

3.5 Memahami Polaritas Konsep Matematika Prosedural vs. Matematika Konseptual

Untuk membandingkan dua pengetahuan matematika, kita dapat melihat apa sebenarnya arti masing-masing dan seberapa praktisnya. Oleh karena itu, mari kita lihat masing-masing secara mendetail.

Tabel 3.3 Perbedaan Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

| Pengetahuan Konseptual Matematika | Pengetahuan Prosedural Matematika |
|---|--|
| Membantu anak-anak memahami alasan dan memikirkan mengapa algoritme khusus diperlukan untuk konsep pemecahan masalah. | Anak-anak melanjutkan langsung ke pemecahan masalah dengan persamaan yang diberikan dan proses urutan langkah demi langkah. |
| Seorang siswa menyadari logika dan menganalisis penalaran masalah sebelum menyelesaikan pertanyaan. | Siswa kehilangan pentingnya logika dan pemahaman konsep dengan pindah ke bagian pemecahan. |
| Ini juga membantu siswa menganalisis bentuk dan pentingnya figur geometris yang diperlukan dalam masalah pengukuran . | Saat memecahkan masalah pengukuran, anak-anak terkadang kehilangan ide di balik bagaimana bentuk terhubung dengan rumus. |
| Pemahaman konseptual membantu peserta didik memahami potensi yang kuat atas pemecahan masalah matematika bersama dengan penggunaan procedural matematika. | Siswa secara langsung mendekati masalah matematika dengan algoritme dan perhitungan himpunan tetapi mungkin kehilangan kepentingan konseptual mereka. Kelalaian ini selanjutnya dapat menyebabkan hilangnya poin penting dari pertimbangan dalam pertanyaan. |
| Kadang-kadang metode | Pembelajaran prosedural |

| | |
|--|--|
| pembelajaran abstrak mungkin tampak sedikit diperpanjang, tetapi diperlukan untuk memahami matematika. | memungkinkan anak-anak untuk menentukan jawabannya dengan cepat, tetapi siswa mungkin kehilangan logika di baliknya. |
|--|--|

3.6 Pengetahuan Konseptual dan Prosedural sebagai Jenis Pengetahuan

Dalam literatur psikologi, relatif umum untuk menemukan studi pembelajaran matematika di mana pengetahuan konseptual dan prosedural didefinisikan sebagai tipe atau jenis. Misalnya, (Rittle-Johnson & Alibali, 1999) banyak mengutip studi empiris tentang pengetahuan konseptual dan prosedural dalam matematika mendefinisikan sebagai berikut: Kami mendefinisikan pengetahuan konseptual sebagai pemahaman eksplisit atau implisit dari prinsip-prinsip yang mengatur domain dan keterkaitan antara potongan-potongan pengetahuan di sebuah domain. Kami mendefinisikan pengetahuan prosedural sebagai urutan tindakan untuk pemecahan masalah. Terlepas dari penggunaan kata "pemahaman" dalam definisi pengetahuan konseptual, peneliti tidak memasukkan fitur pengukuran mereka untuk menentukan kualitas pengetahuan konseptual siswa— hanya apakah siswa menunjukkan pengetahuan tentang suatu konsep.

Sebuah contoh soal pengetahuan konseptual yang dinilai adalah soal jawaban singkat itu meminta siswa untuk mendefinisikan tanda sama dengan. Dalam item pengetahuan konseptual lainnya, siswa disajikan dengan berbagai

kemungkinan definisi dari tanda sama dengan dan diminta untuk menilai definisi sebagai "sangat pintar, agak pintar, atau tidak begitu pintar". Dalam semua item memeriksa pengetahuan procedural, siswa disajikan dengan masalah kesetaraan (misalnya, $3 + 4 + 5 = 3 + \dots$); penyelesaian yang benar dari suatu masalah dianggap menunjukkan pengetahuan prosedural.

Pengetahuan konseptual, yang terdiri dari konsep-konsep inti untuk suatu domain dan keterkaitan (yaitu, "mengetahui bahwa"), telah dikarakterisasi menggunakan beberapa perbedaan konstruksi, termasuk jaringan semantik, hierarki, dan model mental. Pengetahuan procedural di sisi lain, adalah "mengetahui bagaimana" atau pengetahuan tentang langkah-langkah dibutuhkan untuk mencapai berbagai tujuan. Prosedur telah dikarakterisasi menggunakan seperti konstruksi sebagai keterampilan, strategi, produksi, dan tindakan interiorisasi.

Sebagai contoh item pengetahuan konseptual dalam Byrnes dan Wasik (1991), siswa menunjukkan enam segitiga, dengan lima di antaranya berbayang dan siswa diminta (melalui item pilihan ganda) mengidentifikasi pecahan dari himpunan segitiga yang diarsir. Pada semua item pengetahuan prosedural, siswa diberi soal penjumlahan pecahan atau perkalian dan diminta untuk menghitung jumlah atau produk. Untuk meringkas, melihat pengetahuan konseptual dan prosedural sebagai jenis pengetahuan tampaknya relatif umum dalam penelitian psikologis yang mempelajari pengajaran matematika dan sejalan dengan kebutuhan dalam penelitian psikologis agar mudah dikelola dan tindakan yang dapat diandalkan, dan memungkinkan eksplorasi pertanyaan yang

diyakini para psikolog penting dan relevan dengan pengajaran dan pembelajaran matematika.

3.7 Pengetahuan Konseptual dan Prosedural sebagai Kualitas Pengetahuan

Berbeda dengan penelitian psikologi, ini relatif umum dalam pendidikan matematika peneliti untuk melihat pengetahuan konseptual yang didefinisikan dan dioperasionalkan sebagai kualitas pengetahuan. Dalam banyak peneliti pendidikan matematika (Star & Stylianides, 2013) muncul untuk melihat sebagai pengetahuan procedural (menurut definisi, hafalan). Secara umum, tampaknya ada pandangan di penelitian pendidikan matematika yang penilaian tertulis (terutama pertanyaan pilihan ganda) tidak cukup untuk menilai kualitas pengetahuan konseptual siswa, karena “siswa dapat menjawab pertanyaan dan memecahkan masalah dengan benar tanpa harus memahami konsepnya.

3.8 Menjelajahi Kesenjangan Antara Jenis Pengetahuan dan Kualitas Pengetahuan

Selama satu abad yang lalu, banyak kerangka terminologis yang berbeda telah digunakan dalam literatur pembelajaran matematika untuk menggambarkan hasil pengetahuan yang diminati, termasuk teori makna (Brownell, 1944/1945), pemahaman relasional / instrumental (Skemp, 1976), dan keahlian rutin dan adaptif (Hatano & Inagaki, 1986). Namun, sejak itu pertengahan 1980-an, kerangka kerja yang paling umum ini terdiri dari dua jenis utama pengetahuan yaitu pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural.

Setidaknya ada dua alasan mengapa ini berguna atau bahkan penting bagi mereka yang tertarik dalam pengajaran dan pembelajaran matematika memiliki kerangka terminologis khususnya aspek pengetahuan matematika siswa atau guru. **Pertama**, kerangka kerja ini bisa seolah-olah memungkinkan artikulasi tujuan kami untuk pembelajaran matematika siswa. **Kedua**, kerangka kerja ini memungkinkan adanya diskusi tentang mekanisme bagaimana kita memikirkannya tujuan pembelajaran dapat dicapai, dan khususnya bagaimana pengajaran atau kurikulum harus muncul untuk mempromosikan tujuan pembelajaran. Akhirnya, kerangka kerja ini dapat memungkinkan untuk didiskusikan bagaimana peneliti dapat menyelidiki dan menilai apakah siswa mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan.

Kekuatan kerangka terminologis terletak pada kemampuannya yang potensial untuk merangkum kumpulan ide yang kaya dan bernuansa tentang mengajar dan belajar menjadi beberapa frase. Namun, agar kekuatan ini terwujud, setidaknya dua syarat harus dipenuhi. **Syarat pertama** adalah agar kerangka terminologis bisa menggambarkan secara luas berbagai hasil pengetahuan yang penting bagi mereka yang tertarik dalam pengajaran matematika, selain menyediakan mekanisme untuk mencapai dan menilai *outcome* ini.

Sebuah kerangka kerja yang hanya menjelaskan sebagian dari hasil pengetahuan mungkin tidak optimal karena tidak memungkinkan kompleksitas penuh pengetahuan untuk ditangkap atau untuk diambil hubungan di antara berbagai jenis pengetahuan yang akan dibuat. Misalnya, Star (2005, 2007) mengidentifikasi dua jenis pengetahuan yaitu “pengetahuan prosedural mendalam” dan “pengetahuan

konseptual dangkal”, yang menurutnya tidak mudah digambarkan secara konseptual / procedural framework, sehingga memunculkan pertanyaan tentang kegunaan framework.

Syarat kedua adalah harus ada kesepakatan umum di antara pengguna kerangka terminologis tentang kumpulan ide-ide yang kaya dan bernuansa yang dirangkumnya. Untuk mereka yang tertarik dengan pembelajaran matematika, penting untuk mengetahui yang mana yang dimaksud pengguna dengan "pengetahuan konseptual" secara umum sama dengan apa yang dimaksud pengguna lain frasa ini. Jika kesepakatan tersebut tidak ada, pernyataan kebijakan akan sulit untuk ditafsirkan.

Membangun perbedaan yang disorot oleh Star (2005) antara jenis dan kualitas pengetahuan, kami bertujuan untuk menunjukkan bahwa, dalam komunitas ulama yang tertarik Pembelajaran matematika, banyak yang cenderung memahami pengetahuan konseptual dan procedural sebagai jenis pengetahuan (terutama dalam komunitas penelitian psikologis), sementara banyak orang lain memikirkan kerangka ini dalam istilah kualitas pengetahuan (terutama dalam format komunitas penelitian pendidikan matematika). Akibat interpretasi yang berbeda tersebut dari kerangka konseptual / prosedural, ada kurangnya pemahaman bersama dari kedua sifat dari pertanyaan yang diajukan dan hasil yang dihasilkan. Ini menyebabkan kesulitan untuk eksplorasi lanjutan masalah minat dalam pengajaran dan pembelajaran matematika.

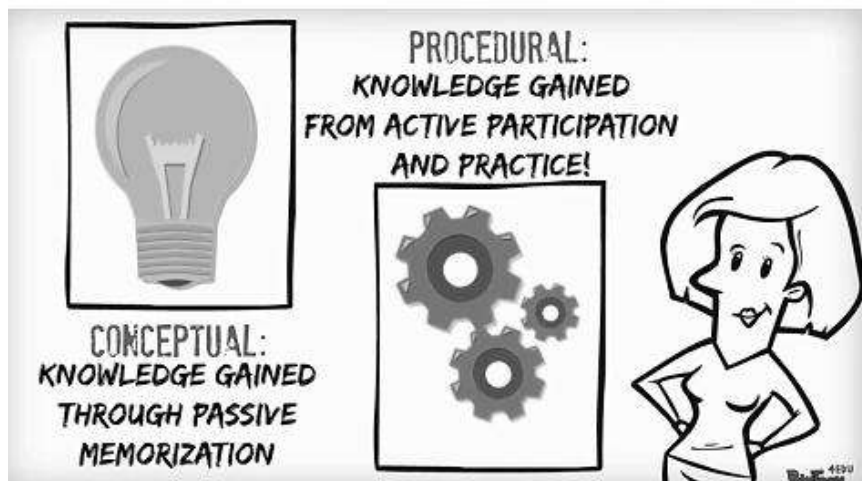
Guru mungkin setuju bahwa pengajaran harus fokus pada pengetahuan konseptual, tetapi rekomendasi kebijakan

ini akan sulit dilaksanakan jika guru tidak memiliki kesamaan pemahaman tentang apa itu pengetahuan konseptual. Demikian pula, kesepakatan semacam itu juga penting untuk dilakukan peneliti.

Aspek matematika prosedural dan konseptual penting dalam banyak kategori dan elemen. Teknik-teknik ini memiliki cara unik untuk berkontribusi pada pembelajaran dan peningkatan matematika. Mereka juga telah memainkan peran penting dalam meningkatkan dan meningkatkan berbagai aspek matematika, membantu memperkenalkan kriteria matematika baru, dan mengembangkan logika dan penalaran pada peserta didik.

Meskipun banyak yang mungkin masih memiliki pendapat berbeda tentang kedua topik matematika ini, fakta penting yang perlu diingat setiap orang adalah bahwa kedua pengetahuan matematika ini perlu dikaitkan bersama untuk mendapatkan solusi yang pasti. Mereka juga perlu diperkenalkan dan didiskusikan secara luas sejak usia muda sehingga efisiensi dan potensi pemahaman konsep matematika dapat berkembang sejak usia belajar awal. Konsep-konsep ini sangat penting untuk meningkatkan dan meningkatkan literasi dan pemahaman matematika secara individu.

PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL DALAM MATEMATIKA



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 4

PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL DALAM MATEMATIKA

4.1 Terminologi

Kata-kata adalah simbol, begitu pula frasa. Artinya, kata yang berbeda memiliki arti yang berbeda untuk orang yang berbeda. Beberapa kata lebih dipahami secara konsisten daripada yang lain. Misalnya, ide-ide yang muncul di benak para guru matematika ketika mereka menemukan kata 'pendekatan prosedural'. Agaknya, ini karena kebanyakan dari kita diajari matematika melalui pendekatan prosedural.

Pembelajaran matematika selalu berfokus pada masalah dan bagaimana menyelesaikan masalah. Kemungkinannya, saat Anda belajar matematika dasar, Anda belajar menjalankan prosedur matematika. Dikenal oleh ahli matematika sebagai algoritme, prosedur ini memungkinkan Anda menemukan jawaban atas masalah sesuai dengan aturan yang ditetapkan. Jika, misalnya, Anda memikirkan pembagian dalam istilah "bagi, mengalikan, mengurangi, menurunkan" maka Anda mempelajari prosedur pembagian (atau algoritme). Contoh lain, jika Anda hanya memikirkan perkalian silang sebagai cara mendekati masalah yang melibatkan proporsi, kemungkinan Anda hanya mempelajari prosedur untuk menyelesaikan proporsi matematika. Pada titik ini Anda mungkin bertanya-tanya, "Apa lagi yang ada? Apa lagi yang akan dipelajari seseorang di kelas matematika?" Jawabannya adalah, ada banyak hal lain dalam matematika.

Prosedur matematika ini sangat mirip dengan resep yang telah dikembangkan oleh para ahli efisiensi untuk memungkinkan orang langsung ke jenis jawaban tertentu ketika dihadapkan dengan jenis masalah tertentu yang didefinisikan dengan baik. Diantara kita pasti tidak asing dengan mie instan. Hampir tiap musim hujan mie instan di supermarket di serbu oleh konsumen. Karena untuk membuat semangkok mie instan cukup mudah, siapapun bisa. Cara memasak mie instan juga sudah ada langkah-langkah untuk membuatnya. Nah, langkah-langkah memasak mie instan inilah yang disebut prosedur.

Saat ini banyak yang ditulis tentang perlunya meningkatkan proses belajar mengajar di sekolah. Kesimpulannya adalah kita perlu menerapkan strategi pengajaran matematika yang berkualitas. Tapi apa strategi pengajaran matematika yang berkualitas? Untuk mulai menjawab pertanyaan ini, mari kita lihat proses penyampaian pengetahuan procedural. Sebuah proses yang telah banyak digunakan sejak kami (penulis) mulai mengajar matematika di sekolah beberapa dekade yang lalu.

Sebaliknya, kata 'pendekatan konseptual' memunculkan arti yang berbeda bagi guru yang berbeda. Ini karena pendekatan konseptual terhadap pengajaran matematika sangat bervariasi. Pendekatan konseptual dapat menjadi pendekatan yang sangat terstruktur, membutuhkan peralatan langsung yang minimal, dengan aktivitas yang dirancang agar siswa menggunakan penalaran logis mereka sendiri dan tenggelam dalam matematika yang menjadi dasar prosedur yang akan datang. Jadi, mari kita bahas secara

singkat tentang terminologi. Kami akan menyatakan ini sesederhana mungkin.

4.2 Pengetahuan Konseptual dan Prosedural dalam Matematika

Pengetahuan konseptual dan prosedural matematika merupakan perbedaan yang telah banyak didiskusikan dan melalui perdebatan selama bertahun-tahun. Bahkan diskusi tentang pengetahuan konseptual dan prosedural telah melampaui batas-batas pendidikan matematika. Perbedaan antara konsep dan prosedur memainkan peran penting dalam pertanyaan yang lebih umum dari akuisisi pengetahuan. Perbedaan antara pengetahuan konseptual dan prosedural yang diuraikan dalam bab ini mengacu hasil penelitian para ahli yang telah dipublikasikan sebelumnya.

Matematika dengan kontennya yang terstruktur dan terdefinisi dengan jelas, memiliki peluang memberikan arena untuk banyak diskusi tentang pengetahuan konseptual dan prosedural. Saat ini, banyak tulisan menggambarkan perolehan pengetahuan dan hubungan antara berbagai jenis pengetahuan. Saat ini, psikolog kognitif dan pendidik matematika sedang mencari lagi pada pengetahuan konseptual dan prosedural dalam pembelajaran matematika.

Perbedaan antara diskusi masa lalu dan saat ini tentang konseptual dan pengetahuan prosedural ditemukan dalam perhatian saat ini untuk hubungan antara konsep dan prosedur. Secara historis, kedua jenis pengetahuan tersebut telah dipandang sebagai entitas yang terpisah, terkadang bersaing untuk mendapatkan perhatian guru, di hidup berdampingan terbaik sebagai tetangga yang terpisah.

4.3 Perbedaan Pemahaman Prosedural dan Pemahaman Konseptual

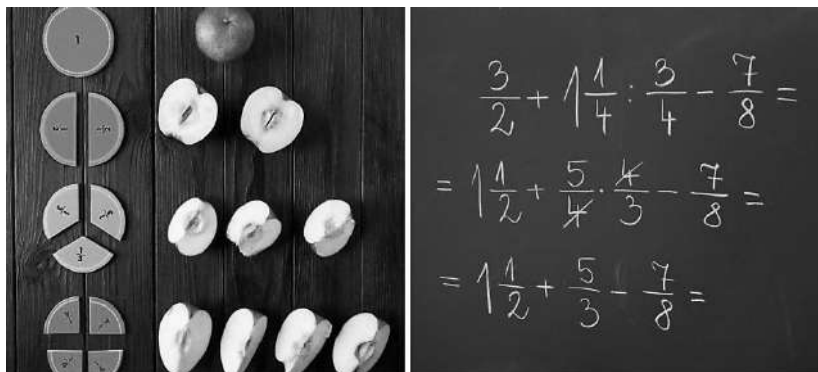
Pemahaman prosedural adalah ketika siswa menimbun langkah-langkah dan algoritma. Mereka mengandalkan menghafal rumus-rumus ini untuk menjawab pertanyaan, dan mereka jarang membuat hubungan yang mendalam selama instruksi.

Pemahaman konseptual adalah mengetahui langkah-langkah prosedural untuk memecahkan masalah dan memahami mengapa algoritma dan pendekatan tersebut bekerja. Tingkat pemahaman ini membuat siswa mencapai kedalaman pengetahuan yang lebih tinggi karena mereka membuat koneksi dari satu keterampilan ke keterampilan lainnya.

Saat Anda merencanakan pelajaran matematika, pastikan Anda menargetkan pemahaman prosedural dan konseptual dengan pendekatan yang tidak seimbang. Jika Anda menggunakan aturan 20-80. Dari pertanyaan yang diajukan kepada siswa Anda, 80% berbasis konseptual. Ini bukan prestasi yang mudah ketika sebagian besar buku teks mengikuti aturan 80-20, di mana sebagian besar pekerjaan berbasis prosedural. Kita semua tahu buku teks dan buku kerja itu memiliki lebih banyak pertanyaan hafalan untuk satu halaman.

Perhatikan contoh peragaan pengajaran pecahan di sekolah dasar yang disajikan pada gambar 4.1. Sangatlah jelas bahwa pengajaran matematika konseptual dan procedural dalam penerapannya. Namun seringkali soal-soal dalam buku dan termasuk soal-soal yang diberikan guru masih banyak

menuntut pegerjaan secara procedural. Akibatnya siswa kehilangan makna tentang “mengapa” saat mengerjakan pembagian pecahan dengan cara perkalian dan bilangan pembagiannya harus dibalik?



Gambar 4.1

4.1a Matematika Konseptual

4.1b. Matematika Prosedural

Meskipun orientasi baru-baru ini pada masalah pengetahuan konseptual dan prosedural menjanjikan untuk memberikan wawasan yang signifikan ke dalam kinerja pembelajaran matematika. Perbedaan antara pengetahuan konseptual dan procedural berguna untuk memikirkan pembelajaran matematika, dan semakin jelas kita dapat tentang perbedaan, semakin baik. Perbedaan itu menyediakan skema klasifikasi di mana semua pengetahuan dapat atau harus diurutkan. Tidak semua pengetahuan dapat secara tepat digambarkan sebagai konseptual atau prosedural.

Beberapa pengetahuan tampaknya sedikit dari keduanya, dan beberapa pengetahuan tampaknya tidak juga. Namun demikian, kami percaya bahwa adalah mungkin untuk membedakan antara dua jenis pengetahuan dan bahwa perbedaan seperti itu memberikan cara untuk menafsirkan proses pembelajaran yang membantu kita lebih memahami kegagalan siswa dan kesuksesan. Perhatikan contoh permasalahan berikut ini.

| <u>Buatlah persegi panjang dengan luas 36 cm^2 dan keliling 30 sentimeter</u> | |
|---|---|
| <u>Faktor dari</u> 36 (1 ; 36) (2 ; 18) (3 ; 12) (4 ; 9) (6 ; 6) | <div style="text-align: center;"><p>9 cm</p><p>4</p></div> <p><u>Luas</u> = $9 \times 4 = 36$ <u>Keliling</u> = $9 + 4 + 9 + 4 = 26$ <u>(Jawaban SALAH)</u></p> <div style="text-align: center;"><p>12</p><p>3</p></div> <p><u>Luas</u> = $12 \times 3 = 36$ <u>Keliling</u> = $12 + 3 + 12 + 3 = 30$ <u>Jawaban BENAR)</u></p> |

Gambar 4.2 Permasalahan Matematika

Ada beberapa cara untuk mendekati pertanyaan ini. Menghitung dengan cermat arah yang Anda ambil dengan siswa Anda akan memastikan bahwa Anda juga menargetkan standar lain. Akui cara lain untuk menyelesaikan pertanyaan ini jika siswa Anda memilih jalur yang berbeda. Mereka akan merasa lebih dihormati dan terbuka untuk tugas-tugas kompleks lainnya jika mereka diakui sebagai orang yang inovatif.

Dimulai dengan keliling, siswa dapat memasukkan dimensi berbeda yang totalnya 30 sentimeter dan kemudian menemukan kombinasi yang benar yang memberikan luas total. Ketika saya mengerjakan pertanyaan ini dengan kelas saya, saya mendorong mereka untuk memulai dengan area tersebut. Dorongan ini, tentu saja, datang dari saya setelah saya membiarkan mereka pada awalnya menangani pertanyaan ini secara mandiri. Sebagian besar siswa mulai dengan fakta matematika yang selalu populer (dan mudah dihafal) $6 \times 6 = 36$, tetapi kemudian menjadi frustrasi ketika mereka menyadari bahwa $6 + 6 + 6 + 6$ tidak sama dengan 30 sentimeter. Mereka akhirnya sampai pada kesimpulan bahwa mereka harus mengidentifikasi semua faktor dari 36. Bilangan prima/komposit dan aturan pembagian dapat ditinjau kembali atau diperkenalkan dengan pertanyaan ini.

Pilih dan/atau tulis pertanyaan yang memungkinkan siswa membuat hubungan dengan keterampilan lain. Luangkan waktu untuk menemukan materi yang mengharuskan siswa Anda untuk mengevaluasi kurikulum secara mendalam. Dengan pertanyaan khusus, Anda akan dapat melewati ambang dari pemahaman prosedural ke konseptual.

| | | | | |
|---|-------------|------------|------------|-------------|
| Kita dapat membuat model luas untuk soal perkalian 124×25 Persamaan apa yang cocok dengan model luasnya? | | | | |
| 124 | 100 | 20 | 4 | |
| 25 | 25 | 25 | 25 | |
| X | 2500 | 500 | 100 | 3100 |

Gambar 4.3 Perkalian dengan metode blok

“Keterampilan prosedural” dan “pemahaman konseptual” biasanya bertolak belakang satu sama lain. Kami memiliki dikotomi yang dirasakan dalam pendidikan matematika antara keduanya. Umumnya, orang mungkin percaya pada prioritas satu di atas yang lain. Atau lebih tepatnya persepsi masyarakat, dan persepsi sebagian pendidik. Berayun terlalu jauh ke salah satu arah, menuju salah satu kutub, dan Anda mungkin merasa bahwa Anda tidak mengajar dengan cara yang benar.

Untuk memperjelas pendirian saya sendiri dalam mengajar matematika K-12, saya percaya ada sangat sedikit, jika ada ide matematika yang tidak boleh disajikan dengan cara visual dan konseptual yang kuat. Begini: jangan tunjukkan rumus Pythagoras, biarkan saya bermain dengan segitiga, lalu tunjukkan rumus Pythagoras. Dalam blok waktu satu jam itu, saya kemudian akan memiliki jangkar visual untuk formula, dan saya akan siap untuk menggunakan formula.

Representasi geometris lebih diprioritaskan daripada abstraksi aljabar dalam kasus ini. Kita berpindah dari representasional ke abstrak, dan kemudian kita dapat memahami hubungan aljabar yang selalu benar untuk semua segitiga siku-siku. Tetapi apakah salah untuk hanya menulis “ a kuadrat + b kuadrat = c kuadrat” dan kemudian menjelajahnya? Saya berpendapat itu jauh kurang menarik, tapi mungkin tidak salah. Anda bisa sampai ke tempat yang sama, pada akhirnya. Anda dapat bermain dengan rumus aljabar, memisahkannya, dan melihat cara kerjanya. Anda kemudian dapat melihat bahwa hubungan selalu benar untuk semua segitiga siku-siku.

4.4 Pengertian Konsep dan Pengetahuan Konseptual

Menurut Westwood (2008) sebuah konsep dapat didefinisikan sebagai “representasi mental”. yang mewujudkan semua fitur penting dari suatu objek, situasi, atau ide. Konsep memungkinkan kita untuk mengklasifikasikan fenomena sebagai milik, atau bukan milik, bersama-sama dalam kategori tertentu. Chinn (2012) mendefinisikan konsep sebagai karakteristik yang menentukan inklusi atau pengecualian sesuatu dari kelas. Fokusnya adalah pada pengklasifikasian, pengkategorian, dan pelabelan.

Konsep, menurut Rittle-Johnson dan Koedinger (2009), adalah ide-ide yang digeneralisasi dari contoh spesifik dan yang mengatur domain; Misalnya, nilai tempat. Jika seorang siswa dapat melafalkan nilai tempat suatu bilangan sebagai bagian yang terisolasi dari informasi karena mengingat 'label verbal' dari setiap posisi, ini tidak pengetahuan konseptual. Ini akan menjadi konseptual setelah

pengetahuan terkait dengan pengetahuan lain, seperti: pengelompokan objek dengan sepuluh dan sifat perkalian dari masing-masing nilai tempat. Clark (2011) melihat konsep sebagai alat kognitif paling kuat dan berguna yang tersedia bagi orang-orang. Pada dasarnya konsep adalah ide yang cukup baik dipahami untuk memungkinkan ide-ide lain untuk dihubungkan dengannya dan menjadi bagian dari jaringan memahami. Koneksi dan jaring seperti itu sering mengarah pada pembentukan konsep dan pengetahuan konseptual.

Bruner (1966) menetapkan bahwa konsep dikembangkan melalui serangkaian tahapan. Tahap pertama dimulai dengan tahap 'enaktif' di mana pembelajaran melibatkan pengalaman konkret. Kedua adalah tahap 'ikon'. Ikon adalah tempat bergambar dan grafis lainnya dengan representasi terlibat. Tahap ketiga 'simbolis' adalah tahap terakhir dan di mana notasi abstrak, dan simbol dianggap tepat untuk membawa makna bagi siswa. Perkembangan lebih lanjut dikembangkan oleh Biggs dan Collis (1982; 1991) ketika mengusulkan taksonomi SOLO dengan fungsi multimodal.

Pengetahuan konseptual adalah hasil dari seorang siswa yang berhasil memperoleh pemahaman konseptual. Pengetahuan konseptual (terutama dicirikan oleh Skemp, 1978, sebagai pengetahuan relational) dapat divisualisasikan sebagai jaringan penghubung hubungan (Miller & Hudson, 2007; Rittle-Johnson & Schneider, 2015). Hubungan ini dapat terjadi antara ide atau konsep matematika, atau menjadi hubungan antara konsep yang dipelajari sebelumnya dan sebuah konsep yang baru dipelajari (Rittle-Johnson, Fyfe, & Loeh, 2016, hal. 576).

Beberapa peneliti (misalnya Hiebert, 1986; Rittle-Johnson & Schneider, 2015) telah mencirikannya sebagai pengetahuan, di mana tautan dan hubungan yang kaya adalah sama pentingnya dengan bagian-bagian terpisah dari informasi yang mereka gabungkan. Namun, Baroody, Feil, dan Johnson (2007) menegaskan bahwa ketika mendefinisikan pengetahuan konseptual sebagai pengetahuan tentang fakta, prinsip, dan generalisasi, pengetahuan tidak perlu terkait. Sebaliknya, penelitian Baroody, Feil, dan Johnson (2007) menganjurkan bahwa konsep konseptual pengetahuan pemula seringkali dapat terputus-putus, dan membutuhkan waktu untuk menjadi terintegrasi, dan bahwa kekayaan koneksi meningkat dengan berkembangnya keahlian.

Richland, Stigler dan Holyoak (2012) mencirikan pengetahuan konseptual sebagai pencapaian fasilitas ahli dari struktur konseptual domain. Penggunaan kata struktur diinformasikan melalui karya Bruner (1966), yang menulis tentang peran struktur dalam berpikir dan belajar dalam pengembangan konsep. Bruner mengidentifikasi empat fungsi yang dilakukan konsep dalam membantu kita mengatur persepsi orang dan memahami. Konsep yaitu (1) menyediakan struktur untuk suatu disiplin; (2) menyediakan kerangka kerja di mana detail dapat lebih mudah dipahami; (3) ingat adalah jembatan utama yang memungkinkan transfer pembelajaran; dan (4) menyediakan kerangka kerja untuk pembelajaran sepanjang hayat.

4.5 Pengertian Prosedur dan Pengetahuan Prosedural

Prosedur adalah serangkaian langkah dan/atau tindakan yang digunakan untuk mencapai suatu tugas atau mencapai suatu tujuan (Hiebert & Lefevre, 1986; Rittle-Johnson, 2017; Rittle-Johnson, Schneider, & Star, 2015). Mengadopsi definisi ini, tanpa memperhatikan kualitas pengetahuan procedural dapat mengarah pada apa yang Skemp (1978) sebut sebagai belajar "aturan tanpa alasan. Martin (2009) memperingatkan bahwa menjalankan prosedur dengan cara mekanis yang menggunakan aturan tanpa alasan sering kali dapat menyebabkan solusi yang aneh dan tidak masuk akal. Algoritma tertulis (misalnya membagi angka 4-digit dengan angka 2-digit) sering prosedur yang digunakan, seperti tindakan yang telah diatur dengan tepat untuk memecahkan masalah, untuk contoh langkah-langkah penyelesaian persamaan (Rittle-Johnson & Schneider, 2015). Pada dasarnya prosedur adalah rutinitas, tetapi dapat dipertimbangkan dengan serius, atau dijalankan dengan sedikit pertimbangan.

Pengetahuan prosedural adalah hasil dari seorang siswa yang berhasil mempelajari suatu prosedur. Pengetahuan prosedural dicirikan oleh beberapa peneliti (Canobi, 2009; Miller & Hudson, 2007; Rittle-Johnson & Schneider, 2015) sebagai kapasitas untuk mengikuti langkah-langkah secara berurutan untuk memecahkan masalah matematika atau mencapai tujuan matematika. Ini bisa terdiri dari pengetahuan tentang, sistem simbol untuk membangun algoritma, tetapi juga dapat berhubungan dengan pengetahuan tentang aturan prosedural yang diperlukan untuk memecahkan masalah (Hiebert, & LeFevre, 1986; Rittle-Johnson & Schneider,

2015). Baroody, Feil, dan Johnson (2007) mengamati bahwa prosedur sering dapat saling berhubungan atau tertanam dalam prosedur lain, dan tidak setuju dengan guru yang mungkin melihat pengetahuan prosedural tidak memiliki hubungan. Sekali lagi, itu tampak bijaksana untuk merenungkan kualitas pengetahuan prosedural, daripada hanya menerima karakterisasi yang dangkal, tidak dipertimbangkan, dan mungkin kadang-kadang tidak dipertimbangkan dari jenis pengetahuan ini.

4.6 Peningkatan Kualitas Matematika

Peningkatan kualitas pembelajaran dan pengajaran matematika merupakan hal yang mendesak, namun, bagaimana mendukung peningkatan pembelajaran adalah area yang tidak diteliti dengan baik (Cobb & Jackson, 2011; Coburn, Russell, Kaufman, & Stein, 2012), di mana ada pekerjaan yang substansial, menganggap guru berdampak pada keberhasilan akademik siswa (Charalambous, Hill, & Mitchell, 2012; Chetty, Friedman, & Rockoff, 2014). Bisa dibayangkan tidak ada masalah yang lebih besar dalam pengajaran dan pembelajaran matematika yang mendesak daripada keputusan yang dibuat guru tentang apakah akan mengajar secara prosedural atau secara konseptual.

Hubungan antara bagaimana siswa belajar matematika dan keberhasilan yang mungkin mereka dapatkan pertemuan melalui praktik pengajaran yang sukses adalah salah satu yang meminta guru dan pendidik matematika untuk mempertimbangkan bagaimana pembelajaran terbaik difasilitasi. Pertanyaan seperti itu adalah kompleks, karena praktik pengajarannya juga kompleks. Praktek mengajar

meminta guru untuk membuat pilihan berkaitan dengan strategi pembelajaran setiap hari. Strategi ini harus selalu difokuskan pada pengembangan ruang kelas yang kuat secara matematis, dan kebutuhan akan pengajaran yang terfokus dan berkualitas adalah pusatnya (Hattie, 2015; Schoenfeld, 2014).

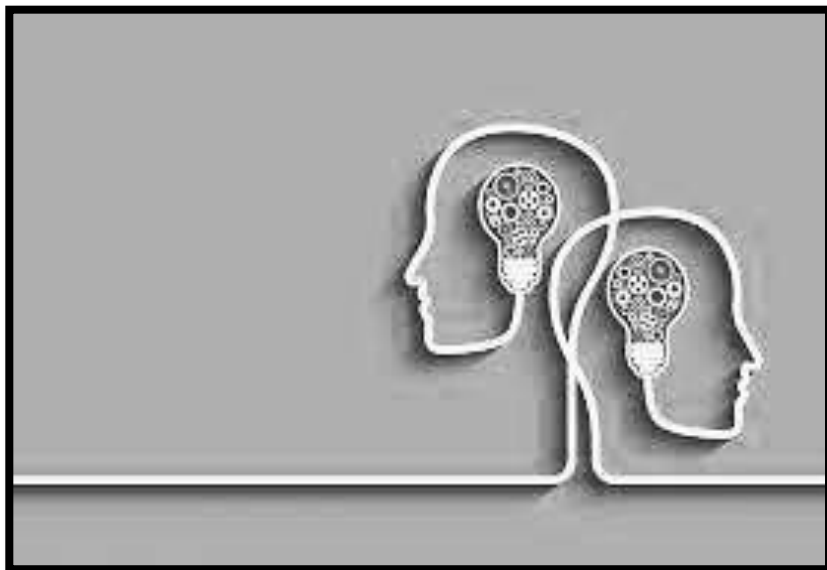
Fokus, kualitas pembelajaran mengharuskan guru untuk membuat penilaian, dan salah satu kunci penilaian adalah pertimbangan pengetahuan prosedural dan pengetahuan konseptual dalam pengajaran matematika. Bahwa banyak siswa yang tidak mengembangkan pemahaman konseptual matematika, dan akibatnya ini secara kritis menghambat kapasitas mereka untuk mentransfer dan menggeneralisasi matematika menjadi perhatian. Richland, Stigler dan Holyoak (2012) mengemukakan bahwa ini kurangnya pengembangan pemahaman konseptual mengakibatkan siswa yang meskipun setelah sukses dengan matematika di sekolah menengah, menemukan kebutuhan selanjutnya untuk menerima pendampingan selama kuliah.

Penelitian (Givvin, Stigler, & Thompson, 2011; Stigler, Givvin, & Thompson, 2010) menyimpulkan bahwa pengetahuan matematika siswa sebagian besar prosedural dan meninggalkan siswa dengan penalaran matematis yang tidak efektif dan keinginan untuk melakukan prosedur yang salah atau sebagian benar. Jika sistem sekolah menghasilkan siswa yang prosedural dalam pendekatan untuk memecahkan masalah matematika dan yang menggunakan penalaran tidak efektif, apakah ada pendekatan pengajaran dan pembelajaran untuk memperbaiki atau bahkan memperbaiki ini? Pertanyaan seperti itu hanya memiliki potensi jika diakui

Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

bahwa konsentrasi pada pengembangan pengetahuan prosedural bukanlah satu-satunya tujuan pendidikan matematika, tetapi juga mengakui pentingnya pengetahuan lainnya.

DUALISTAS PENGETAHUAN MATEMATIKA



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.

Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 5

DUALISTAS PENGETAHUAN MATEMATIKA

5.1 Dualitas Pengetahuan Matematika

Ada dualitas pengetahuan matematika: mengetahui bagaimana “melawan” mengetahui mengapa. Mengasumsikan bahwa 'pemahaman' mengacu pada kontrol individu atas dirinya (proses mengetahui). Nesher (1986) membuat perbedaan antara 'algoritma pembelajaran' dan 'Belajar menuju pemahaman', menunjukkan bahwa 'kinerja algoritmik' dan 'pemahaman' hanya dapat diperiksa secara terpisah setelah pembelajaran selesai.

Berdasarkan analisis jangka panjang, Haapasalo dan Kadijevich (2000) menyarankan tentang karakterisasi dinamis untuk pengetahuan konseptual dan prosedural:

- (1) Pengetahuan prosedural menunjukkan penggunaan aturan tertentu yang dinamis dan berhasil, tentang algoritma atau prosedur dalam bentuk representasi yang relevan. Ini biasanya tidak hanya membutuhkan pengetahuan tentang objek yang digunakan, tetapi juga pengetahuan tentang format dan sintaksis yang diperlukan untuk sistem representasi yang mengekspresikannya.
- (2) Pengetahuan konseptual menunjukkan pengetahuan tentang jaringan tertentu dan keterampilan di sepanjang jaringan pengetahuan mereka. Unsur-unsur jaringan ini dapat berupa konsep, aturan (algoritme, prosedur, dll.), dan bahkan masalah (pemecahan masalah mungkin--

menghasilkan konsep atau aturan baru) yang diberikan dalam berbagai bentuk representasi.

Karakterisasi ini berangkat dari pandangan konvensional Hiebert dan Lefevre (1986) bahwa pengetahuan prosedural hanya berarti aturan atau algoritme, yang sebagian besar diwakili dengan bentuk simbolis, dan pengetahuan konseptual akan berarti lebih atau kurang formal pengetahuan deklaratif dengan definisi. Sebagai pengetahuan prosedural, khususnya dalam bidangnya bentuk informal spontan, dapat diekspresikan juga secara semantik dan pengetahuan konseptual, terutama dalam bentuk formalnya dan secara sintaksis merupakan penokohan yang dinamis 'lebih umum dan terbuka.

Pembahasan tentang pengetahuan prosedural dan konseptual merepresentasikan pandangan yang berbeda dalam jenis pengetahuan mana yang merupakan kondisi yang diperlukan atau mungkin cukup untuk yang lain, atau apakah mereka berhubungan satu sama lain. Tampaknya diterima secara umum bahwa itu tidak benar dengan satu cara atau yang lain. Sulit untuk mengoperasikan fungsi tanpa mengetahui konsep fungsi, tetapi juga tidak mungkin seseorang dapat memasukkan makna ke dalam fungsi tanpa bisa mengoperasikannya. Namun ini menarik untuk dibahas. Jadi lihatlah apakah ada kecenderungan yang lebih dominan dari yang lain.

Pengetahuan matematika terdiri dari pengetahuan prosedural dan konseptual. Menghubungkan pengetahuan konseptual dan prosedural tentu memiliki banyak memperoleh keuntungan. Mungkin memang begitu untuk memiliki salah satunya saja ini tidak lengkap dalam arti misalnya, seseorang

dapat memahami arti perkalian (perhitungan) untuk matematika tanpa bisa melakukan perhitungan atau seseorang bisa untuk menghitung jawaban tanpa memahami artinya. Pernyataan itu menunjukkan bahwa itu adalah keterkaitan antara dua jenis ilmu yang penting bagi kita untuk dapat mengaplikasikannya dalam matematika.

5.2 Keuntungan Menghubungkan Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

Keuntungan bisa menghubungkan pengetahuan konseptual dan procedural antara lain: (1) memungkinkan seseorang untuk bernalar tentang makna objek, daripada bernalar melalui sebuah bahasa perantara; (2) kemampuan untuk memilih dan menggunakan prosedur secara efektif; (3) pengetahuan konseptual akan meningkatkan kemampuan untuk mendeteksi penggunaan prosedur yang salah atau tidak tepat dalam situasi tertentu; dan (4) Selain itu, pengetahuan konseptual memberikan kemampuan untuk memantau hasilnya dan merefleksikan jawabannya.

Memahami perbedaan antara pengetahuan prosedural dan konseptual dapat bermanfaat untuk melayani fungsi kognitif yang berbeda. Pengetahuan konseptual memaksakan pengorganisasian pengalaman dan menghubungkan berbagai hal. Pengetahuan prosedural dianggap sebagai sarana untuk mencapai tujuan tertentu. Dengan asumsi keduanya pengetahuan prosedural dan konseptual itu sendiri penting, dan karena itu menjadi tujuan dalam pembelajaran matematika, adalah wajar untuk menanyakan bagaimana jenis-jenis pengetahuan itu terkait, juga dengan menghormati kausalitas.

Teori menyarankan berbagai kemungkinan hubungan antara prosedural dan pengetahuan konseptual, tetapi sulit untuk membuktikan ketergantungan ini. Kata "buktikan" nampaknya sangat tidak realistis jika seseorang berpikir dalam hal menarik kesimpulan dengan kepastian mutlak. Sebaliknya orang dapat memikirkan bukti dalam istilah statistik, di mana sesuatu dibuktikan jika data mendukung teori dengan cukup baik. Hasil analisis literatur dapat menyajikan 4 (empat) pandangan hubungan kausal antara konseptual pengetahuan dan pengetahuan prosedural dalam kaitannya dengan proses pembelajaran.

Tabel 5.1
Pandangan tentang hubungan pengetahuan prosedural (P) dan konseptual (C).

| Pandangan | Hubungan Pengetahuan Prosedural (P) dan Konseptual (C). | Sumber Pustaka |
|----------------------------|--|---|
| Pandangan genetik | P adalah kondisi yang diperlukan tetapi tidak cukup untuk C | Kline (1980); Kitcher (1983); Vergnaud (1990); Gray & Tall (1993); dan Sfard (1994) |
| Tampilan interaksi dinamis | C adalah kondisi yang diperlukan tetapi tidak cukup untuk P | (Byrnes & Wasik, 1991) |
| Tampilan | P adalah kondisi yang | (Hiebert |

Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

| | | |
|---------------------|------------------------------|--|
| aktivasi simultan | diperlukan dan cukup untuk C | (1986); Byrnes & Wasik (1991); dan Haapasalo (1993). |
| Tampilan Inaktivasi | P dan C tidak berhubungan | (Nesher (1986) dan Resnick & Omanson (1987). |

(Haapasalo & Kadjevich, 2000)

Berdasarkan table di atas dapat dijabarkan sebagai berikut. **Pandangan genetik** menyatakan bahwa pengetahuan prosedural adalah perlu tetapi tidak cukup kondisi untuk pengetahuan konseptual. Ini sepertinya menjadi pandangan yang didukung oleh banyak orang peneliti dalam arti bahwa mereka menggambarkan konsep sebagai proses yang dikemas sedang berlangsung (Dubinsky, 1991; Gray & Tall, 1994; Kaput, 1982; Sfard, 1991). Prosedur dalam pandangan ini, dipandang sebagai bagian fundamental dari pengembangan konseptual dan bahwa pergeseran kognitif terjadi ketika konsep tersebut dikemas sebagai suatu objek. Fase procedural terjadi sebelum fase konseptual yang menunjukkan arah kausal. Dengan kata lain pengetahuan prosedural dipandang sebagai kondisi yang diperlukan untuk pengetahuan konseptual, tetapi mungkin tidak cukup. Sfard (1991) mengemukakan bahwa pembentukan konsep operasional terjadi sebelum pembentukan konsep struktural, baik kita memandangnya dalam pandangan historis atau individu tersebut.

Pandangan historis mengasumsikan bahwa seorang individu pengembangan konsep matematika mengikuti urutan yang sama dengan perkembangan konsep dalam sejarah. Sebagai contoh dia menyebutkan pengertian angka, yaitu berasal dari proses penghitungan. Wacana yang diobyektifkan misalnya bilangan bulat diperlukan agar seseorang dapat beroperasi pada bilangan rasional, yang sama urutan perkembangan telah terjadi secara historis. Bahkan jika keterampilan seseorang berkembang, dia tidak harus mengembangkan pengetahuan konseptual yang sesuai pandangan ini.

Kontras dengan tampilan genetik adalah **tampilan interaksi dinamis**. Argumen itu mendukung tampilan interaksi dinamis, yaitu bahwa pengetahuan konseptual adalah suatu keharusan, tetapi kondisi tidak cukup untuk pengetahuan prosedural, itulah yang membuat pengetahuan konseptual mungkin konstruksi prosedur (Byrnes & Wasik, 1991). Salah satu alasannya adalah pengembangan mekanisme kontrol, yang berguna untuk mendeteksi kesalahan prosedural.

Byrnes dan Wasik (1991) mengklaim bahwa kesalahan komputasi disebabkan oleh fakta yaitu simbol matematika tidak ada artinya bagi banyak murid dan prosedur seperti itu bermakna hanya jika dapat dikaitkan dengan objek (Byrnes & Wasik, 1991). Mereka juga berpendapat bahwa pengetahuan konseptual akan berkontribusi pada deteksi kesalahan komputasi. Jika seorang murid menambahkan dua pecahan keliru dengan menambahkan pembilang dengan pembilang dan penyebut dengan penyebut, pengetahuan (konseptual) yang dikembangkan dengan baik tentang besarnya bilangan rasional dapat berfungsi sebagai alat untuk

mendeteksi kesalahan komputasi dan menyebabkan siswa untuk mengulangi penghitungan. Seseorang dapat bertanya apakah meningkatkan keterampilan dalam menjumlahkan pecahan, seperti dalam kasus ini, disebabkan langsung oleh pengetahuan konseptual atau pengulangan prosedural.

Untuk memverifikasi tampilan **aktivasi simultan** mungkin tampak seperti tugas yang agak ambisius, karena pandangan ini tidak hanya mengklaim bahwa pengetahuan prosedural itu perlu, tetapi juga kondisi yang cukup untuk pengetahuan konseptual. Padahal itu artinya penjelasan lainnya, variabel untuk pengetahuan konseptual harus dianggap berlebihan. Namun, alasan untuk perumusan pandangan ini mungkin tidak didasarkan pada bukti redundansi. Sebaliknya, ini berasal dari pengujian yang menunjukkan bahwa kesalahan komputasi memang demikian disebabkan oleh kurangnya basis pengetahuan konseptual (Byrnes & Wasik, 1991). Dengan kata lain, penelitian tersebut mengimplikasikan bahwa kurangnya pengetahuan konseptual menyebabkan kurangnya pengetahuan procedural. Seperti istilah simultan menyarankan, pengembangan pengetahuan prosedural dan konseptual dalam arti tertentu dianggap paralel dalam waktu. Saat bekerja dengan prosedur, pengetahuan konseptual akan digunakan dan dikembangkan lebih lanjut. Jadi, selain mencoba menemukan verifikasi empiris untuk hubungan kausal tentang skor siswa dalam tugas konseptual “melawan” prosedural, itu tepat untuk mempelajari pedagogis kekuatan tampilan aktivasi simultan. Setelah menyadari bahwa hubungan prosedural mungkin ditetapkan melalui kegiatan pembelajaran yang antara lain memerlukan aturan

transformasi representasi ganda (Haapasalo & Kadujevich, 2013).

Tiga pandangan pertama semuanya menggambarkan beberapa ketergantungan kausal antara pengetahuan prosedural dan konseptual. Sekalipun pandangan yang berbeda tampaknya saling bertentangan pada awalnya, mereka tidak boleh dianggap sebagai model pesaing yang mengklaim secara umum benar. Seseorang harus berjuang untuk menyelidiki proses pembelajaran dalam potongan-potongan di mana masing-masing dipelajari dengan pandangan tertentu.

Mari kita asumsikan bahwa pengetahuan prosedural dan pengetahuan konseptual saling bergantung satu sama lain. Seseorang dapat mempertimbangkan proses pembelajaran terjadi pada waktu di mana pelajar bergeser di antara penggunaan prosedur untuk mengembangkan pengetahuan konseptual dan sebaliknya. Bagian pertama ini proses dapat dianggap dengan tampilan aktivasi simultan atau tampilan genetik, dan lainnya dengan tampilan interaksi dinamis.

Pendekatan perkembangan didasarkan pada gagasan bahwa pengetahuan prosedural mendahului pengetahuan konseptual. Hal ini didukung oleh pandangan Sfard (1991) bahwa pengembangan berlangsung melalui tahapan: operasi, kondensasi dan reifikasi. Idenya adalah bahwa tahapan prosedural harus dilalui agar reifikasi terjadi. Reifikasi adalah suatu obyektifikasi konsep matematika. Berdasarkan Vygotsky, aktivitas sosial interpersonal akan diinternalisasikan sebagai tindakan interpersonal itu harus dipaksakan pada pelajar dengan metode berpikir yang dibangun (Haapasalo & Kadujevich, 2013). Dalam proses

pembelajaran matematika, metode tersebut dapat berupa algoritma atau prosedur.

Pendekatan pendidikan mengasumsikan bahwa pengetahuan prosedural dimungkinkan oleh pengetahuan konseptual. Carpenter (1986) menyatakan bahwa anak-anak harus memiliki gagasan tentang pecahan atau konsep penambahan yang masuk akal dan bahwa ide-ide ini adalah fondasinya melakukan prosedur. Tanpa ide, prosedur dilakukan dengan symbol itu tidak masuk akal. Banyak buku teks dalam matematika memulai pengenalan suatu topik dengan memberikan definisi dan menindaklanjutinya dengan contoh. Dalam kasus ini, definisi konsep datang lebih dulu, sebelum operasi dijelaskan. Sekalipun materi pembelajaran memandu siswa untuk mengubah antara tugas prosedural dan fokus kualitas konseptual.

5.3 Pengetahuan dan Penerapan

Dikotomi dalam “jenis pengetahuan”, terlepas dari bagaimana labelnya, telah terjadi digunakan untuk menangani aspek yang berbeda sehubungan dengan sifat dan hubungannya. Aspek ini menyediakan tempat untuk diskusi tentang jenis pengetahuan apa yang penting dan bagaimana hal ini mempengaruhi proses pembelajaran. Pertimbangan di atas semoga menunjukkan bahwa daripada berbicara tentang "tingkat pengetahuan", ini mungkin lebih tepat untuk berbicara tentang "bagaimana skor siswa dalam jenis tugas prosedural atau konseptual", jika itu tugas dapat didefinisikan dan dirancang di bawah kondisi pedagogis tertentu.

Menerapkan matematika secara umum atau fungsi pada khususnya, dapat dianggap sebagai bagian terintegrasi

dari pengetahuan konseptual. Dengan kata lain, bisa dikatakan mampu menerapkan matematika dalam pemecahan masalah merupakan salah satu ciri pengetahuan konseptual. Pendekatan lain adalah menganggap kemampuan untuk menerapkan sebagai fenomena terpisah.

Cobb (1988) menyatakan bahwa kemampuan siswa untuk memecahkan masalah dalam berbagai variasi situasi bergantung pada struktur konseptual mereka. Dia mengacu pada situasi yang mungkin termasuk tugas matematika yang lebih unggul dari yang di konseptualisasikan mereka.

Studi ini menyelidiki matematika prospektif pengetahuan konseptual dan prosedural guru pengetahuan dalam aljabar. Tinjauan literatur menunjukkan bahwa sebagian besar studi tentang pengetahuan konseptual dan procedural berada pada bilangan rasional.

Tabel 5.1

Contoh butir Soal Tes Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

1. The first step in the procedures for adding, subtracting, multiplying, and dividing algebraic expressions (like the examples shown below) is always to factor the numerators and denominators

1. $\frac{x^2 - 6x - 16}{x^2 - 9} \cdot \frac{x + 3}{x^2 - 2x - 8}$ 2. $\frac{4}{x^2 + 6x + 9} - \frac{x - 7}{x^2 - 9}$

What is the advantage of factoring the expressions first, before attempting to add, subtract, multiply, or divide?

Please be as complete as possible in your response.

2. Here is a typical “polynomial long division” problem:

$$(x^3 + 2x^2 - 3x - 6) \div (x + 2)$$

Describe some ways you can verify that you have done the long division procedure correctly.

Don't just work the problem provided. Instead, try to list any ideas you could use to verify that your answer is correct.

Please be as complete as possible in your response.

3. Solve the equation $x^2 - 6x - 7 = 0$

4. Simplify $\frac{x^2 - 6x - 16}{x^2 - 9} \cdot \frac{x + 3}{x^2 - 2x - 8}$

Sumber: (Zuya, 2017)

Pengetahuan konseptual didefinisikan sebagai pengetahuan tentang konsep matematika, definisi konsep, prinsip, dan hubungan. Ini tidak hanya mencakup apa yang diketahui (pengetahuan tentang konsep) tetapi juga bagaimana hal itu dapat diketahui (misalnya, di dalam dan dengan koneksi yang kaya). Pengetahuan konseptual dapat diukur dengan kemampuan siswa untuk mengidentifikasi fakta terkait, mengenali contoh dan non-contoh, menafsirkan tanda,

simbol, dan istilah, memanipulasi ide-ide terkait, dan menyempurnakan hubungan antar konsep dan prinsip.

Indikator pengetahuan konseptual adalah (1) menyatakan kembali konsep-konsep yang telah terpelajar; (2) mengklasifikasikan objek berdasarkan konsep matematika; (3) menerapkan konsep secara algoritmik; (4) memberikan contoh ataubandingan dari konsep yang dipelajari; (5) membenci konsep dalam berbagai representasi; dan (6) menghubungkan berbagai konsep matematika secara internal maupun eksternal.

Pengetahuan prosedural didefinisikan sebagai pengetahuan tentang prosedur, rumus, dan langkah-langkah penyelesaian. Pengetahuan prosedural dapat diukur dari pengetahuan siswa tentang prosedur dalam umum, mengkomunikasikan proses algoritmik ke dalam situasi masalah, memodifikasi prosedur secara fleksibel, tepat, dan efisien untuk mengatasi faktor-faktor dalam pemecahan masalah.

Indikator pengetahuan prosedural adalah (1) pengetahuan prosedur secara umum; (2) pengetahuan tentang kapan dan bagaimana menggunakan prosedur dengan baik; dan (3) pengetahuan dalam melakukan prosedur serta fleksibel, tepat, dan efisien.

Berikut ini disajikan hasil analisis pengetahuan konseptual dan procedural siswa sekolah menengah atas.

Tabel 5.2

Analisis Pengetahuan Konseptual (PK) dan Procedural (PP) Siswa dalam Pemecehan Masalah (PM)

| Lngkah PM (Polya) | Indikator (PK) | (PK) Siswa | Indikator (PP) | (PP) Siswa |
|--------------------------|--|--|-----------------------------------|---|
| Memahami masalah | Mengiden tifikasi fakta yang relevan | Siswa dapat mengidenti fikasi fakta yang berhubunga n dengan pertanyaan dan mencari tahu informasi terkandung dalam pertanyaan | Pengetahuan tentang prosedur umum | Siswa tahu beberapa prosedur umum yang akan digunakan dalam menjawab pertanyaan |
| Merencana kan solusi | Mengenal i contoh dan bukan contoh Menafsirk | Siswa mengetahui rumus yang digunakan untuk menyelesaai kan | Pengetahuan tentang prosedur umum | Siswa dapat mengetahui dan menerapkan algoritma atau prosedur |

Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

| | | | | |
|----------------------|--|--|--|---|
| | an tanda, simbol, dan ketentuan Memani- ulasi ide terkait | beberapa masalah. Siswa dapat mengenali contoh dan bukan contoh. Siswa dapat memanipulasi terkait ide dari beberapa pertanyaan | | yang dimiliki atau ditemukan untuk menjawab beberapa pertanyaan |
| Mengeksekusi rencana | Meningkatkan hubungan di antara konsep dan prinsip | Siswa mendapatkan istilah dalam beberapa pertanyaan dan kemudian gunakan atau masuk ke dalam operasi aljabar | Mengkomunikasikan proses algoritma menjadi masalah situasi | Siswa bisa mengkomunikasikan proses algoritma menjadi situasi di beberapa masalah |

Pengetahuan Konseptual dan Prosedural

| | | | | |
|---------------|--|---|--|---|
| Memverifikasi | Meningkatkan hubungan di antara konsep dan prinsip | Siswa dapat menyempurnakan hubungan dari konsep dari awal penyelesaian dalam beberapa masalah | Modifikasi Prosedur secara fleksibel, tepatnya, dan efisien untuk faktor dalam pemecahan masalah | Siswa memeriksa proses dan final hasil yang mereka dapatkan karena mereka merasa takut membuat kesalahan dalam menjawab |
|---------------|--|---|--|---|

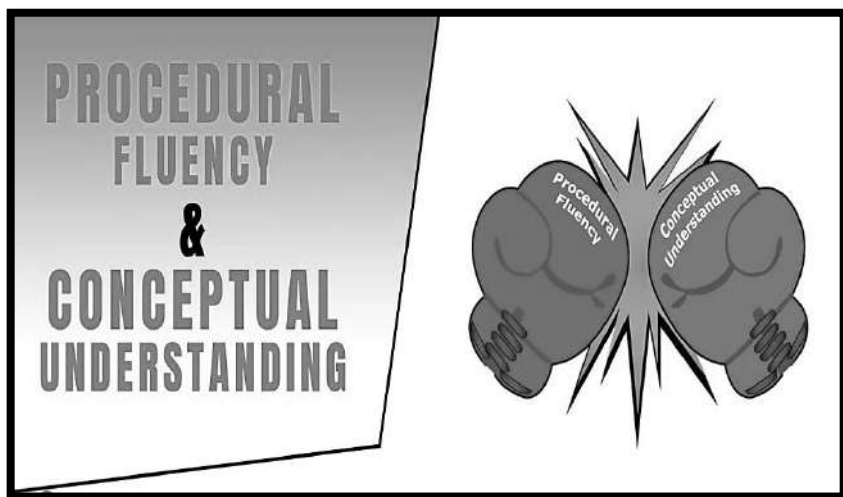
(Felia & Defitriani, 2021)

Temuan dari ini penelitian telah mengungkapkan kinerja yang lebih baik pada pengetahuan prosedural daripada pengetahuan konseptual atau sebaliknya; dalam beberapa kasus kinerja rata-rata pada keduanya.

Di dalam studi, kinerjanya lebih baik pada procedural pengetahuan daripada pengetahuan konseptual. Responden dalam banyak kasus tidak dapat menjelaskan atau menyarankan cara yang lebih baik untuk memecahkan masalah aljabar. Ini memiliki implikasi untuk pengajaran dan pembelajaran matematika. Idealnya, pengetahuan tentang konsep dan pengetahuan tentang prosedur harus terkait, dan oleh karena itu, kinerja pada keduanya dalam setiap aspek matematika adalah diharapkan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata atau signifikan.

Hubungan antara pengetahuan konseptual dan prosedural bersifat dua arah dan iterative. Tugas prosedural membutuhkan pengetahuan tentang prosedur dan langkah-langkah solusi, sedangkan tugas konseptual membutuhkan memahami konsep, aturan, dan hubungan antar konsep. Namun, itu tidak mungkin mengkonstruksi tugas-tugas konseptual yang membutuhkan prosedur dan sebaliknya.

HUBUNGAN PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 6

HUBUNGAN PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL

6.1 Bukan Jalan Satu Arah Tetapi Dua Arah

Lebih dari 40 tahun yang lalu, Resnick dan Ford (1981) mencatat hubungan antara keterampilan komputasi dan pemahaman konseptual adalah salah satu perhatian tertua dalam psikologi matematika. Tujuh belas tahun kemudian, Sowder (1998, seperti dikutip dalam Star 2005) menulis: apakah mengembangkan keterampilan dengan simbol mengarah pada pemahaman konseptual, atau apakah kehadiran pemahaman dasar harus mendahului representasi simbolik dalam pendidikan matematika. Perdebatan terjadi berkelanjutan tentang hubungan antara dua jenis pengetahuan konseptual dan prosedural. Perdebatan ini didasarkan pada keyakinan yang berbeda tentang perkembangan dan pengajaran pengetahuan konseptual dan prosedural.

Namun, hal yang disepakati secara luas, pengetahuan konseptual sering mendukung dan mengarah pada pengetahuan prosedural. Pengetahuan konseptual dapat membantu mereka menemukan dan memahami prosedur (Halford 1993; Hiebert dan LeFevre 1986). Tapi, apakah pengetahuan prosedural juga mendukung dan menuntun pengetahuan konseptual? Beberapa orang menyatakan ya, bahwa anak-anak (peserta didik) secara bertahap memperoleh pengetahuan konseptual dari menerapkan prosedur dengan

proses abstraksi, seperti deskripsi ulang representasional (Karmiloff-Smith 1992; Siegler dan Stern 1998). Yang lain mengklaim tidak, pengetahuan prosedural itu tidak mengarah pada pengetahuan konseptual dan bahkan dapat mengganggu perolehan pengetahuan konseptual (Kamii dan Dominick, 1998).

Upaya reformasi dalam pendidikan matematika AS cenderung berfokus pada searah yaitu perspektif pengetahuan konseptual-ke-prosedural. Keyakinan adalah pengetahuan konseptual itu harus dikembangkan selama periode waktu yang lama sebelum instruksi dan praktik dengan prosedur (lihat Baroody (2003), Kilpatrick et al. (2001), dan Resnick dan Ford (1981). NCTM secara eksplisit menegaskan perspektif konseptual-ke-prosedural dalam prinsip mereka itu bahwa kefasihan prosedur mengikuti dan dibangun di atas dasar pemahaman konseptual (NCTM, 2014) (yaitu, pemahaman dan hubungan konsep, operasi, dan hubungan) menetapkan fondasi, dan perlu untuk mengembangkan kefasihan procedural (yaitu, penggunaan prosedur yang bermakna dan fleksibel untuk memecahkan masalah).

Prinsip ini menunjukkan bahwa siswa pada awalnya harus mengembangkan landasan pemahaman konseptual dan bahwa pengetahuan prosedural tidak boleh dikembangkan sebelum diperluas pengembangan pengetahuan konseptual. Sikap ini meminimalkan hubungan dua arah antara pengetahuan konseptual dan prosedural, dimana pengetahuan prosedural mendukung pengetahuan konseptual, begitu pula sebaliknya.

6.2 Urutan Pembelajaran: Apakah Konseptual-ke-Prosedural Terbaik?

Meskipun hubungan antara kedua jenis pengetahuan ini bersifat dua arah, hal itu mungkin saja terjadi optimalisasi untuk instruksi pembelajaran mengikuti aturan tertentu yaitu pengetahuan konseptual-ke-prosedural. Perspektif menegaskan bahwa pengajaran harus secara ekstensif mengembangkan pengetahuan konseptual sebelum berfokus pada pengetahuan prosedural (Grouws dan Cebulla 2000; NCTM1989, 2000, 2014).

Sayangnya, kami tidak dapat menemukan bukti empiris untuk mengevaluasi klaim secara langsung pengurutan instruksi yang optimal. Misalnya, kami tidak dapat menemukan studi yang membandingkan efektivitas pengajaran tentang konsep-kemudian-prosedur dan tentang prosedur-kemudian-konsep. Jadi, kami meninjau bukti yang diberikan untuk mendukung dan mengklaim bahwa urutan konseptual-ke-prosedural adalah yang terbaik, serta bukti tambahan kami mengidentifikasi bahwa membandingkan dampak dari berbagai jenis pengajaran pada hasil pengetahuan konseptual dan prosedural.

Kapan guru-peneliti menghabiskan banyak waktu untuk mengembangkan pengetahuan konseptual sebelum memperkenalkan dan mempraktikkan prosedur konvensional, siswa memperoleh pengetahuan konseptual yang lebih besar dan pengetahuan prosedural sebanding dibandingkan dengan instruksi kelas yang terfokus tentang pengetahuan prosedural dan sering kali memasukkan sedikit instruksi tentang konsep (Long, 2005)(Hiebert, 1986).

Selanjutnya, ketika anak-anak yang diajari prosedur solusi standar dengan sedikit perhatian pengetahuan konseptual memiliki pengetahuan konseptual yang sangat terbatas tentang domain (Kamii dan Dominick 1997, 1998; Mack 1990). Sementara studi seperti ini menyoroti beberapa jenis instruksi tentang prosedur tidak mendukung pengetahuan konseptual, penelitian ini tidak memberikan bukti bahwa urutan konsep-ke-prosedur lebih baik daripada urutan prosedur-ke-konsep. Hanya prosedur pembelajaran dalam hubungannya dengan konsep yang tampak lebih baik daripada prosedur pembelajaran dengan sedikit atau tanpa perhatian pada konsep.

Penelitian di ruang kelas, siswa kelas lima dipilih secara acak untuk menerima pembelajaran dengan prosedur konvensional untuk menemukan luas dan keliling sebelum instruksinya yang difokuskan secara konseptual (yaitu, prosedural-kemudian-konseptual) atau untuk menerima tidak ada instruksi yang relevan sebelum instruksi konseptual terfokus (yaitu, hanya kondisi konseptual). Siswa dalam dua kondisi memiliki kinerja yang sama pada tes postes dan tes retensi dalam menemukan luas dan keliling bangun datar. Namun, satu-satunya kondisi konseptual ke procedural memiliki sedikit (tetapi tidak signifikan secara statistik) kinerja yang lebih baik daripada kondisi prosedural-kemudian-konseptual (misalnya, 48% vs 42% benar di posttest) yang menurut penulis mungkin dapat diandalkan dengan sampel yang jauh lebih besar.

Kami mengidentifikasi studi kedua (Perry, 1991), yang membandingkan instruksi pada konsep dan prosedur hanya pembelajaran konsep, meskipun penelitian ini jarang

dikutip dalam literatur penelitian pendidikan matematika. Dalam siswa kelas empat dan lima dipilih secara acak untuk menerima instruksi tentang konsep dan prosedur, hanya tentang konsep, atau hanya tentang prosedur. Dalam studi lab ini, anak-anak menerima beberapa menit instruksi dalam konteks dua masalah kesetaraan matematika. Untuk kondisi konsep dan prosedur, instruksinya diberikan satu demi satu pada setiap masalah dan urutan dari dua jenis instruksi pada setiap masalah diimbangi di antara anak-anak dan tidak mempengaruhi hasil pembelajaran. Anak-anak yang hanya menerima instruksi tentang konsep menunjukkan transfer prosedural terbesar, dengan anak-anak dalam dua kondisi lainnya melakukan hal yang sama.

Demikianlah dapat dikatakan bahwa penelitian ini memberikan beberapa dukungan untuk klaim bahwa pembelajaran tentang prosedur tidak boleh disertakan bersamaan dengan pembelajaran tentang konsep, setidaknya di awal instruksi. Penelitian tambahan adalah diperlukan untuk mengevaluasi apakah temuan ini akan digeneralisasikan ke topik matematika lain dan untuk konteks kelas yang khas dengan instruksi dan pemecahan masalah yang jauh lebih luas.

Pelajarannya, penelitian ini tidak secara langsung menginformasikan perdebatan tentang konseptual-kemudian-prosedural versus prosedural-kemudian-pendekatan konseptual. Singkatnya, penelitian sebelumnya belum secara langsung mengevaluasi apakah konseptual-kemudian-prosedural dalam urutan instruksional mengarah pada pembelajaran yang lebih besar daripada urutan instruksi alternatif procedural kemudian konseptual. Karena dalam sebuah studi eksperimental berbasis kelas juga menunjukkan

bahwa iterasi antara pelajaran tentang konsep kemudian prosedur lebih efektif daripada memberikan instruksi ekstensif prosedur sebelum memperkenalkan instruksi tentang konsep.

6.3 Meneliti Kembali Keyakinan: Alasan Empiris dan Nonempiris

Ada bukti yang jelas untuk hubungan dua arah antara pengetahuan konseptual dan prosedural. Adalah mitos bahwa pengetahuan prosedural tidak mendukung pengetahuan konseptual. Laporan konsensus mencerminkan bukti hubungan dua arah antara pengetahuan konseptual dan prosedural. Secara khusus, laporan mengidentifikasi pemahaman konseptual dan kelancaran prosedural sebagai untai kemahiran matematika yang sama pentingnya dan saling bergantung (Kilpatrick et al. 2001). Kefasihan prosedural didefinisikan sebagai skill dalam melaksanakan prosedur secara fleksibel, akurat, efisien dan tepat dan dengan demikian mencakup pengetahuan prosedural.

Meskipun hubungan antara kedua jenis pengetahuan ini bersifat dua arah, ini mungkin optimal untuk instruksi mengikuti pemesanan tertentu. Pengetahuan konseptual-ke-prosedural yang lazim dalam perspektif umum menegaskan bahwa pengajaran harus secara ekstensif mengembangkan pengetahuan konseptual sebelumnya berfokus pada pengetahuan prosedural (Rittle-Johnson & Alibali, 1999).

Mengingat hubungan dua arah antara konseptual dan procedural pengetahuan, kami menduga bahwa ada beberapa rute untuk kompetensi matematika dan itu pengurutan konseptual-ke-prosedural bukan satu-satunya rute yang efektif menuju kompetensi matematika.

Penelitian masa depan perlu mengevaluasi secara langsung urutan instruksional alternatif untuk mendukung kedua jenis pengetahuan dari waktu ke waktu. Perbandingan dengan pengajaran tradisional yang fokus utamanya pada prosedur pembelajaran bukanlah kondisi kontrol yang memadai mengingat konsensus luas tentang pentingnya mengembangkan pengetahuan konseptual. Sebaliknya, urutan konseptual-kemudian-prosedural harus dibandingkan dengan pengurutan alternatif yang mencakup fokus yang kuat pada konseptual serta pengetahuan prosedural. Laporan NCTM (2014) mungkin telah merekomendasikan agar siswa mempelajari beberapa pengetahuan konseptual sebelum menyelesaikan penguasaan dan kefasihan dengan prosedur.

Kefasihan prosedur dan pemahaman konseptual sering dilihat sebagai persaingan untuk mendapatkan perhatian dalam matematika sekolah. Tetapi keterampilan mengadu domba dengan pemahaman menciptakan dikotomi yang salah. Menggunakan istilah pengetahuan prosedural atau kefasihan dengan cara yang lebih sempit daripada pengetahuan konseptual dapat mendorong kesalahpahaman dan mitos. Pengakuan bahwa pengetahuan prosedural dapat mendukung pengembangan pengetahuan konseptual dapat diartikan sebagai argumen yang mendukung pembelajaran cara lama. Sebaliknya, kedua istilah tersebut harus mengacu pada pengetahuan yang bervariasi dan terus berkembang. Seorang pemikir yang sukses memiliki keluwesan berpikir yang memungkinkannya untuk berpindah antara cara prosedural untuk melakukan tugas matematika dan konsepnya yang telah diproses secara mental sebagai bagian dari rencana yang lebih luas.

6.4 Tahapan Memperoleh Pengetahuan Prosedural Didasarkan Pada Pengetahuan Konseptual

Terdapat empat tahapan dasar untuk memperoleh pengetahuan prosedural yang didasarkan pada pengetahuan konseptual, yaitu: (1) Tahap Pra-prosedur: Dimana pembelajar memiliki pengetahuan prosedural yang tidak terorganisir; (2) Tahap Prosedur: Dimana seorang pembelajar memiliki satu modalitas rutin untuk memecahkan masalah; (3) Tahap Proses: Dimana seorang pembelajar fleksibel, memiliki banyak dan beragam modalitas untuk menyelesaikan satu masalah matematika; (4) Tahap Prosedur Konseptual (Persepsi): Dimana pemikiran prosedural pembelajar didasarkan pada dasar konseptual yang kuat, yaitu di mana pembelajar mampu mengkodekan pemikiran matematis, asosiasi yang mendasari, representasi konsep, generalisasi, dan algoritma matematis. Proses harus dikaitkan dengan mempelajari pengetahuan konseptual yang menjadi dasar untuk memahaminya.

Peneliti sebelumnya (Vygotsky, 1986) menyatakan bahwa pengembangan pengetahuan konseptual berlangsung melalui refleksi pengetahuan konseptual yang sudah ada sebelumnya secara independen dari refleksi yang dihasilkan dari pengulangan prosedur dan algoritma. Sudut pandang ini didukung oleh (Rittle-Johnson & Alibali, 1999), karena mereka percaya bahwa pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural berkembang melintasi proses bersarang dan saling terkait. Dengan kata lain, perkembangan dalam satu pengetahuan mencerminkan positif pada yang lain, sehingga mereka berkembang secara bersamaan dari prosedur yang terkait.

Pandangan tindakan dinamis dianggap sebagai contoh model yang didasarkan pada pengetahuan prosedural terlebih dahulu. Berdasarkan model ini, pembelajaran berlangsung melalui penerapan pengetahuan prosedural berdasarkan pengetahuan konseptual yang sudah ada sebelumnya. Dalam hal ini, efisiensi yang lebih tinggi dalam pengetahuan prosedural membantu untuk lebih memperluas pengetahuan konseptual (Haapasalo & Kadujevich, 2000). Pandangan ketiga tentang masalah ini diadopsi oleh (Gray & Tall, 1994). Mereka menyarankan bahwa pemikir yang sukses dalam matematika menggunakan kompleks mental yang terdiri dari kombinasi proses dan konsep yang disebut (procepts), yaitu penggabungan antara proses prosedural dan pengetahuan konseptual, atau yang disebut prosedur konseptual.

Berdasarkan paparan uraian di atas dapat ditarik suatu benang merah pembahasan bahwa kompetensi matematika bertumpu pada pengembangan pengetahuan konseptual dan procedural telah disepakati secara luas yaitu pengetahuan konseptual seringkali mendukung dan mengarah pada pengetahuan prosedural. Kontroversi yang muncul mengenai apakah hubungan tersebut dua arah atau searah (yaitu, konseptual-prosedural), bukti menunjukkan bahwa hubungan antara pengetahuan konseptual dan prosedural sering dua arah, dengan perbaikan pengetahuan procedural seringkali mendukung peningkatan dalam pengetahuan konseptual dan begitu pula sebaliknya.

ARTI PENTING PENGETAHUAN KONSEPTUAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 7

ARTI PENTING PENGETAHUAN KONSEPTUAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

7.1 Pembelajaran Matematika Tradisional

Selama beberapa dekade terakhir, peneliti dan pendidik matematika telah menyoroti kebutuhan untuk mengajarkan matematika konseptual (Bucciarelli, 1995 Rittle-Johnson & Alibali, 1999). Peserta didik harus memiliki pengetahuan konseptual untuk berhasil memahami ide-ide matematika dan mentransfer pengetahuan mereka ke situasi baru (NCTM, 2000). Begitu siswa mendapatkan pemahaman konseptual, mereka dapat menilai prosedur mana yang cocok untuk masalah matematika tertentu (Rittle-Johnson & Schneider, 2015). Oleh karena itu, mengajar matematika secara konseptual sangat penting untuk pemahaman matematika siswa yang lebih baik.

Proses belajar mengajar matematika yang efektif antara lain tidak hanya menyampaikan semua fakta dari guru kepada siswa, tetapi juga memberikan kesempatan kepada guru untuk meningkatkan pengetahuan konseptual dan proseduralnya tentang setiap mata pelajaran yang diajarkannya (Pa & Aziz, 1992). Dewan Nasional Guru Matematika Amerika Serikat (NCTM, 2000) menegaskan bahwa guru perlu mendorong siswanya untuk mengembangkan pengetahuan matematika mereka dengan pemecahan masalah, pembelajaran inkuiri, eksplorasi,

perkiraan, penelitian, dan diskusi berbagai ide. Oleh karena itu, guru harus menanamkan pengetahuan konseptual dalam benak siswanya sehingga mereka mengerti makna belajar.

Namun, banyak guru matematika yang cenderung menggunakan metode pengajaran tradisional yang fokus pada prosedur dan mengabaikan matematika konseptual. Sebuah studi tentang pengajaran pengetahuan konseptual (Zaini, 2005) menunjukkan bahwa guru (peserta pelatihan) mengandalkan algoritma, formula, dan aturan untuk menjelaskan masalah daripada pemahaman konseptual berbasis bukti. Demikian pula, guru matematika sekolah dasar di beberapa negara pada umumnya (Manandhar, 2022) lebih mengandalkan pengetahuan prosedural daripada pengetahuan konseptual. Akibatnya, siswa belajar aturan yang tidak memadai untuk memecahkan masalah matematika yang membutuhkan pemahaman mendalam (yaitu, masalah non-tradisional atau non-rutin).

7.2 Pengetahuan Konseptual

Ada berbagai definisi pengetahuan konseptual dalam studi matematika. Meskipun banyak variasi ini, peneliti pendidikan matematika cenderung mendefinisikan pengetahuan konseptual sebagai pengetahuan yang kaya tentang hubungan dan koneksi, mirip dengan jaringan pengetahuan (Hiebert & Lefevre, 1986; NCTM, 2000). Dengan kata lain, pemahaman konseptual berarti memahami bagaimana semua potongan informasi dihubungkan bersama dalam suatu jaringan (Rittle-Johnson & Schneider, 2015). Ini dapat didefinisikan sebagai pemahaman tentang struktur yang mendasari matematika, hubungan dan interkoneksi ide-ide

yang menjelaskan dan memberi makna pada prosedur matematika” (Faulkenberry, 2003).

Dalam hal implikasinya untuk mengajar, pengetahuan konseptual berarti "pemahaman konsep matematika, operasi, dan hubungan" (Kilpatrick, 2001, hal. 5). Menurut Reys et al. (1995, p. 21), pengetahuan konseptual membutuhkan "the" ("itu") peserta didik untuk aktif dalam berpikir tentang hubungan dan membuat koneksi, bersama dengan membuat penyesuaian untuk mengakomodasi pembelajaran baru dengan struktur mental sebelumnya.” Oleh karena itu, peneliti matematika mendefinisikan pengetahuan konseptual sebagai hubungan dengan koneksi dan keterkaitan ide.

Dalam beberapa studi pendidikan matematika, pengetahuan konseptual telah didefinisikan dalam istilah prinsip. Misalnya, menurut Baroody et al. (2007, p. 123), “pengetahuan konseptual adalah pengetahuan tentang fakta (generalisasi) dan prinsip.” Di kelas, “memiliki pengetahuan konseptual melibatkan siswa memahami makna dan mendasari prinsip-prinsip konsep matematika” (Frederick & Kirsch, 2011, hal. 94). Demikian, pengetahuan konseptual kadang-kadang disebut pemahaman konseptual atau pengetahuan berprinsip (Kilpatrick et al., 2001).

Sementara Lampert (2001) dan Ball et al. (2001) memahaminya sebagai pengetahuan yang merangsang pertumbuhan algoritma matematika. Dengan demikian, makna pengetahuan konseptual memiliki perluasan untuk mencakup pemahaman ide, struktur matematika, dan stimulasi algoritma. Seperti yang ditunjukkan di atas, ada berbagai definisi pengetahuan konseptual. Namun, yang paling umum adalah pemahaman tentang hubungan dan koneksi antara ide, simbol,

dan angka dan prosedur mendasar sebagai jaringan pengetahuan (Bolden & Newton, 2008; Dixon & Moore, 1996).

7.3 Pengetahuan Prosedural

Ada dua aspek untuk definisi pengetahuan prosedural. Yang pertama adalah pengetahuan tentang bahasa formal, yang disebut representasi simbolik, dan yang kedua adalah pengetahuan tentang aturan yang digunakan untuk menyelesaikan tugas matematika. Rittle-Johnson dan Schneider (2015, hlm. 4) didefinisikan pengetahuan prosedural sebagai "serangkaian langkah, atau tindakan, dilakukan untuk mencapai tujuan." Selain itu, "pengetahuan tentang langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai berbagai tujuan" (Canobi, 2009, hal.176). Menurut Engelbrecht et al. (2017), "pendekatan prosedural meliputi aljabar, perhitungan numerik, menggunakan aturan, algoritma, rumus dan simbol".

Pengetahuan prosedural juga telah didefinisikan sebagai "penguasaan keterampilan komputasi dan pengetahuan tentang prosedur untuk mengidentifikasi komponen matematika, algoritma, dan definisi" (Faulkenberry, 2003, hal. 13). Akhirnya, Hiebert dan Carpenter (1992) merumuskan pengetahuan prosedural sebagai rangkaian tindakan yang jika dijalankan dengan benar akan mengarah pada kebenaran menjawab. Dengan demikian, semua definisi ini mengacu pada gagasan bahwa pengetahuan prosedural berhubungan dengan urutan prosedur yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah matematika.

7.4 Pentingnya Pengetahuan Konseptual dalam Pengajaran Matematika

Pendidik matematika percaya bahwa pengetahuan konseptual dan prosedural sangat penting (Hurrel, 2021). Misalnya, Kilpatrick dkk. (2001) menyatakan bahwa pengetahuan prosedural adalah terutama diperlukan untuk mendukung pengetahuan konseptual. Jadi, menghubungkan kedua jenis pengetahuan adalah kunci untuk mengembangkan pemahaman matematika (Hiebert & Lefevre, 1986). Demikian pula, mengembangkan kedua jenis pengetahuan ini secara bersamaan memiliki efek positif pada kompetensi matematika (Rittle-Johnson & Schneider, 2015). Dengan demikian, pemahaman konseptual didukung oleh algoritma dan menyediakan blok bangunan yang dapat digunakan untuk memperjelas konsep. Sebaliknya, siswa dapat mengembangkan algoritma melalui pemahaman konseptual (Aydin, 2018). Sehingga, pengetahuan konseptual dan prosedural sering disebutkan bersama karena mereka diyakini memiliki hubungan yang koheren di antara mereka (Rittle-Johnson & Schneider, 2015).

Dalam beberapa hal, pengetahuan konseptual berbeda dari pengetahuan prosedural. Pengetahuan konseptual memiliki hubungan yang kuat dengan bagian-bagian pengetahuan yang berbeda, sedangkan pengetahuan prosedural adalah urutan langkah konvensional (Hiebert & Lefevre, 1986). Apalagi pemahaman prosedural hanya menyangkut algoritma dan fakta, sedangkan konseptual pengetahuan menegaskan kemampuan siswa untuk menghubungkan matematika lintas disiplin dan berpikir kritis dengan komunikasi komponen kritis matematika (Hiebert &

Lefevre, 1986; Lin, 1994). Singkatnya, siswa harus diberi kesempatan untuk menghubungkan kedua jenis pengetahuan ini karena itu mereka harus memiliki berbagai perspektif tentang matematika dalam pemecahan masalah dan membangun koneksi di antara mereka untuk memiliki kinerja yang lebih baik dalam matematika (NCTM, 1989).

Ada korelasi positif antara pemahaman konseptual matematika dan prestasi akademik. Misalnya, studi oleh Zakaria et al. (2010) menemukan signifikansi hubungan antara pengetahuan konseptual dan prestasi matematika. Investigasi pengetahuan konseptual membantu peserta didik memperoleh pengetahuan prosedural. Dalam studi Lauritzen (2012), siswa yang mendapat nilai tinggi pada tugas konseptual juga mendapat nilai tinggi pada tugas prosedural. Oleh karena itu, “hasilnya mendukung pandangan genetik bahwa pengetahuan prosedural itu perlu tetapi bukan kondisi yang cukup untuk pengetahuan konseptual” (Lenz et al., 2020).

Selanjutnya, rendahnya tingkat pengetahuan konseptual tercatat antara siswa tahun pertama di jurusan matematika di Sekolah Tinggi Pendidikan (Stanton et al., 2021). Ketika siswa ditanya untuk memecahkan masalah matematika, mereka dapat menggunakan proses untuk menemukan solusi yang tepat tetapi kurang memahami “bagaimana” dan “mengapa” mereka menemukan (Young & Muller, 2013).

Namun, banyak penelitian telah menunjukkan bahwa kurangnya pengetahuan konseptual menyebabkan keragaman tantangan. Misalnya, siswa mengalami kesulitan dengan konsep aljabar karena kurangnya pengetahuan konseptual (Stanton et al., 2021). Di Rittle-Johnson dan studi Alibali

(1999), tugas yang setara diberikan kepada siswa, dan mereka diminta untuk memutuskan mana yang benar dan mana yang tidak ada artinya. Studi tersebut menemukan bahwa 86% dari peserta gagal memecahkan masalah karena mereka tidak memiliki keterampilan aritmatika dasar.

Selain itu, sebuah studi oleh Carlson (1998) menemukan bahwa mahasiswa tidak mampu memecahkan sebuah masalah yang tidak konvensional (non-rutin) pada pengembangan konsep fungsi. Masalah spesifik telah diidentifikasi dalam penelitian. Misalnya, dalam kalkulus, derivasi ditemukan sangat sulit untuk dipahami oleh sebagian besar mahasiswa sarjana. Kesulitan ini diyakini hasil dari kurangnya pemahaman konseptual siswa tentang konsep tersebut. Oleh karena itu, kurangnya konsep pengetahuan adalah alasan lemahnya kinerja mahasiswa dalam matematika.

7.5 Manfaat Pengetahuan Konseptual dalam Pembelajaran

Selama beberapa dekade terakhir, telah terjadi peningkatan jumlah studi tentang pemahaman konseptual. Mereka menekankan pemahaman siswa tentang konsep matematika dan kemampuan memecahkan masalah matematika (Star & Stylianides, 2013). Kami percaya bahwa menyampaikan pengetahuan konseptual dan prosedural diperlukan untuk siswa agar lebih memahami matematika. Banyak aspek berguna dari pengetahuan konseptual dalam pembelajaran matematika di sekolah.

- a) Pertama, pengetahuan konseptual dapat membantu siswa untuk mengevaluasi prosedur yang paling cocok untuk masalah matematika tertentu.

- b) Kedua, memberikan lebih banyak fleksibilitas dalam pemecahan masalah, karena siswa dengan pengetahuan konseptual yang memadai dapat menggeneralisasi prosedur ke masalah yang baru (Baroody et al., 2007; Rittle-Johnson et al., 2001).
- c) Ketiga, bisa digunakan untuk memeriksa kebenaran suatu solusi setelah masalah diselesaikan.
- d) Keempat, pengetahuan konseptual dapat memberikan siswa kepercayaan diri yang lebih besar ketika mereka dihadapkan dengan masalah matematika yang berbeda (Schneider et al., 2011). Akhirnya, dengan pengetahuan terstruktur dan terorganisir, siswa dapat menghubungkan informasi di luar fakta terisolasi atau prosedur otomatis. Semua poin ini dibuat untuk mendorong para peneliti dan pendidik matematika agar fokus pada pengetahuan konseptual.

7.6 Hambatan Pengajaran Pengetahuan Konseptual

Dalam suatu kasus penelitian yang mana responden diambil dari para guru yang mengikuti pelatihan pembelajaran matematika, sebagian besar mereka mengetahui secara permukaan tentang pengetahuan konseptual dan prosedural. Namun, mereka tidak mencoba untuk mengajar secara konseptual di kelas mereka. Hanya 20% guru yang mengikuti pelatihan diwawancarai yang mampu mendefinisikan pengetahuan konseptual tanpa penjelasan ketika mereka diminta mengingat apa yang telah mereka pelajari tentang konseptual pengetahuan. Ini berarti bahwa guru matematika pada umumnya masih fokus pada pengajaran prosedural di

kelas mereka meskipun memiliki beberapa latar belakang dalam pengajaran konseptual.

Pertanyaan mengenai metode pengajaran, hanya delapan peserta (guru) yang menyatakan menggabungkan konseptual dan pengajaran prosedural. Salah satu dari mereka berkata, “Murid-murid saya sangat senang karena saya menjelaskan matematika kepada mereka dengan sangat jelas dan mendalam.” Tampaknya para siswa ini menghargai metode mengajar ini. Peserta yang diwawancarai lainnya berkata, “Memang benar saya sedikit lebih lelah dari biasanya dengan mengajar secara konseptual di samping prosedural, tetapi siswa saya nyaman karena mereka dapat memahami matematika yang sebenarnya.” Peserta lain menggunakan pendekatan procedural terhadap pengajaran matematika. Tiga peserta percaya bahwa mengajar matematika secara mendalam dan menjelaskannya dalam bentuk hubungan membuat matematika terlalu rumit bagi siswa. Sebagai akibatnya, siswa akan lebih tidak menyukai pelajaran matematika. Seorang yang diwawancarai berkata, “Saya menjelaskan aturan matematika kepada siswa, dan saya mengajari mereka bagaimana menggunakan aturan tersebut dalam penyelesaian masalah matematika.

Sementara peserta lain mengatakan, “Mengapa saya perlu membuat kelas matematika lebih rumit dengan memberi mereka penjelasan yang lebih dalam?” Yang lain menyatakan, “Kami tidak memiliki masalah dengan mengajar secara prosedural, dan nilai siswa saya masuk akal.” Selain itu, tujuh orang yang diwawancarai percaya bahwa mengajar secara konseptual hanya diperlukan untuk beberapa materi tertentu di matematika. Seseorang berkata, “Beberapa mata pelajaran

dalam matematika membutuhkan pengajaran konseptual, tetapi sebagian lainnya tidak membutuhkannya. Misalnya, beberapa mata pelajaran matematika yang sangat murni hanya bisa dijelaskan secara prosedural.”

Meskipun terlihat adanya pergeseran fokus terhadap pengetahuan konseptual di kalangan peneliti dan pendidik, peserta dalam penelitian ini menyebutkan banyak hambatan untuk mengajar matematika secara konseptual. Pengetahuan konseptual bisa implisit atau eksplisit, yang berarti bahwa itu mungkin tidak dapat diverbalkan (Goldin-Meadow et al., 1993). Hanya sekitar setengah dari peserta yang dapat membedakan antara mengajar matematika secara konseptual dan prosedural. Beberapa mereka masih bingung antara dua pendekatan pengajaran.

Para peserta juga percaya bahwa, untuk beberapa tingkat lanjut mata pelajaran matematika, topiknya tidak dapat dijelaskan secara mendalam. Sebagai gantinya, itu hanya bisa dijelaskan secara prosedural. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pengetahuan konseptual dan prosedural tidak dapat dengan mudah dibedakan karena begitu dalam terjalin (Long, 2005; Star & Stylianides, 2013).

Pemahaman yang tidak memadai tentang sifat dan struktur pengetahuan matematika adalah alasan lain mengapa guru fokus pada pengetahuan prosedural daripada pengetahuan konseptual (Li & Schoenfield, 2019). Dalam studi ini, orang yang diwawancarai percaya bahwa guru matematika tidak memiliki pengetahuan yang cukup untuk mengajarkan semua mata pelajaran matematika secara konseptual.

Hambatan lain untuk pengajaran konseptual adalah tekanan dari pengawas dan administrator sekolah untuk menyelesaikan kurikulum dan meningkatkan tingkat kelulusan siswa. Jadi, fokusnya adalah pada kuantitas daripada kualitas dalam pemahaman siswa tentang matematika. Berdasarkan Zakaria dkk. (2010), administrator sekolah mendorong guru matematika untuk berkonsentrasi pada prestasi siswa dalam ujian dan menyelesaikan kurikulum terlepas dari kepuasan dengan kursus matematika atau kedalaman pemahaman. Oleh karena itu, kebanyakan penilaian matematika secara tradisional bergantung pada kemampuan siswa untuk memanipulasi secara pengetahuan prosedural, dan alat penilaian berfokus pada pengetahuan prosedural daripada keduanya pengetahuan konseptual dan procedural.

Akhirnya, beberapa guru matematika percaya bahwa memprioritaskan pengetahuan konseptual memakan waktu dibandingkan dengan pengetahuan prosedural karena ini membutuhkan lebih banyak penjelasan dan pemahaman yang lebih dalam tentang topik (Baroody & Lai, 2007; Crooks & Alibali, 2014). Namun, mereka lebih memilih pengajaran prosedural karena beberapa alasan, yang utama adalah tekanan yang mereka alami untuk menyelesaikan kurikulum dalam satu tahun akademik dan memastikan tingkat kelulusan yang tinggi di kalangan siswa dan fakta bahwa mereka menganggap pengajaran pengetahuan prosedural lebih mudah.

Berdasarkan uraian hasil penelitian para ahli yang telah dipaparkan sebelumnya maka penulis dapat membuat suatu simpulan. Matematika tidak terdiri dari kumpulan fakta dan algoritma yang terisolasi; sebaliknya, itu adalah jaringan elemen yang saling berhubungan (Nik Pa, 2003). Demikian

pula, ada hubungan antara pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural; keuntungan dalam pengetahuan konseptual menyebabkan peningkatan pengetahuan prosedural (RittleJohnson & Schneider, 2015) (Rittle-Johnson & Alibali, 1999).

Untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan prestasi belajar siswa, sangat penting untuk membantu siswa memahami matematika secara konseptual. Dengan berfokus pada pengetahuan konseptual di pengajaran matematika, siswa akan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang matematika dan informasi itu akan disimpan untuk jangka waktu yang lebih lama. Pengajaran konseptual adalah kunci untuk pemahaman matematika yang lebih baik di kalangan siswa. Selain itu, harus ada fokus pada kualitas pengajaran dan pemahaman matematika siswa.

PENDEKATAN HYBRID UNTUK PENGAJARAN MATEMATIKA



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.

Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 8

PENDEKATAN HYBRID UNTUK PENGAJARAN MATEMATIKA

8.1 Kepercayaan Guru Tentang Kesulitan Belajar Matematika

Ada berbagai studi tentang pandangan guru yang membahas inklusi dan ketidakmampuan belajar siswa dalam matematika. Guru mengidentifikasi permasalahan siswa dalam belajar matematika yaitu keterampilan komputasi yang buruk, kurangnya pemahaman yang memadai pada konsep sebelumnya, kelambatan dalam menyelesaikan tugas, dan kegagalan untuk mengembangkan strategi mental. Para siswa memiliki sikap negatif, efikasi diri yang rendah, kurangnya minat dan usaha, dan kurangnya keinginan untuk menangani tugas-tugas yang sulit. Mereka tidak hadir atau berpartisipasi dalam pelajaran, memperhatikan, meminta bantuan atau berkonsentrasi, dan mereka mengganggu orang lain.

Guru percaya bahwa siswa harus menyelesaikan tugas yang diberikan sesuai dengan tingkat minat mereka yang dapat mereka jawab dengan benar. Mereka menyarankan bantuan satu lawan satu (*one-to-one scaffolding*), kerja kelompok dengan kemampuan yang sama dan program khusus bagi para siswa ini untuk meningkatkan pembelajaran matematika mereka. Di sisi lain, siswa yang baik, tidak ditandai dengan apa yang tidak dimiliki siswa miskin, seperti keterampilan komputasi yang baik. Mereka memiliki tingkat matematika yang lebih tinggi dengan indikator kecakapan,

seperti keterampilan pemecahan masalah dan kecenderungan untuk menangani tugas-tugas yang menantang.

Guru mata pelajaran lain juga percaya bahwa keterampilan berpikir yang lebih tinggi mungkin tidak tepat untuk siswa berprestasi rendah, karena tugas-tugas dengan keterampilan berpikir yang lebih tinggi adalah melampaui kemampuan siswa ini dan mereka hanya akan mengecilkan hati mereka (Zohar et al., 2001).

Namun ada beberapa temuan di lapangan, bahwa beberapa guru SD tidak memiliki pengetahuan matematika yang cukup dan strategi pengajaran yang efektif untuk mengajar matematika. Seorang guru menyatakan bahwa guru sekolah dasar terkadang ditugaskan untuk mengajar kelas lebih tinggi karena kurangnya staf. Padahal guru-guru ini "tidak kompeten" untuk mengajarkan konsep matematika secara efektif pada saat di tingkat itu, yang mengakibatkan kurangnya dasar pengetahuan matematika untuk siswa melanjutkan ke jenjang sekolah menengah.

Beberapa guru "percaya bahwa satu-satunya cara mengajar siswa matematika adalah dengan mengajari mereka cara mengikuti prosedur" dan mereka tidak akan menjelaskan kepada siswa mengapa prosedur bekerja. Pendidik atau guru percaya bahwa praktik ini dapat berdampak negatif terhadap pembelajaran siswa, seperti yang akan mereka lakukan yaitu masih kurang dasar pengetahuan yang penting terutama jika strategi untuk memecahkan masalah matematika tidak dijelaskan dengan baik, dan mungkin selanjutnya mengarah pada kesulitan belajar matematika.

Peneliti beranggapan bahwa kurangnya kompetensi guru dapat ditelusuri kembali ke pendidikan mereka

sebelumnya. Mereka menyatakan bahwa beberapa siswa guru tahun pertama tidak diperlengkapi untuk mengambil matematika di tingkat universitas.

Kami percaya bahwa guru, siswa, dan sekolah bertanggung jawab untuk mendukung siswa dengan yang mengalami kesulitan belajar matematika. Guru juga percaya bahwa siswa dengan kesulitan belajar matematika hanya bisa tampil baik jika mereka berkonsentrasi, berpartisipasi, dan berusaha dalam studi mereka. Mereka mengamati bahwa siswa tidak selalu memahami penjelasan guru, yang dapat menjadi penghalang dalam pembelajaran mereka dan mungkin selanjutnya mempengaruhi sikap mereka terhadap matematika.

Pada saat yang sama, mereka (para guru) akan mencoba untuk memberikan bantuan untuk siswa secara satu-ke-satu individu sementara yang lain akan menyelesaikan kerja kelompok. Mereka akan “menggunakan strategi pengajaran yang berbeda,” dan memberi mereka banyak kegiatan. Mereka menyatakan bahwa ini juga akan membantu dalam mengembangkan kebaikan hubungan dengan siswa mereka, dan mungkin membangkitkan minat siswa dalam matematika.

Pada dasarnya siswa belajar dengan kecepatan yang berbeda, karena beberapa akan mengerti dengan cepat dan mungkin bosan dengan pelajaran. Namun, bagi siswa dengan kesulitan belajar matematika, “bukan berarti mereka tidak bisa mengerjakan matematika, tetapi mereka masih membutuhkan waktu” dan dukungan belajar. Oleh karena itu, pertama, guru harus mengidentifikasi siswa yang memiliki kesulitan belajar matematika dan membekali siswa tersebut

dengan dukungan yang diperlukan. Mereka percaya bahwa pengajaran satu-satu akan membantu siswa dalam pemahaman mereka, dan menyarankan bahwa guru harus mengintegrasikan strategi pengajaran untuk beberapa gaya belajar dan memungkinkan siswa untuk memilih apa yang paling masuk akal.

Dalam pandangan kami bahwa guru perlu menemukan strategi yang akan membuat siswa mencintai dan memahami matematika karena, “ Anda tidak dapat melewati sesuatu yang tidak Anda pahami. Jadi, guru juga perlu memahami mengapa siswa mereka memiliki kesulitan belajar matematika. Siswa juga harus bersedia berkomitmen dan menghilangkan “ konotasi negatif ” yang mungkin mereka ciptakan terkait kesulitan suatu mata pelajaran.

8.2 Perspektif Tentang Keyakinan dan Pengaruh

Sekali waktu ada perbedaan yang digambarkan dengan tajam antara domain kognitif dan afektif pembelajaran matematika, seperti yang tercermin dalam dua volume Taksonomi Tujuan Pendidikan Bloom (1956). Konsep seperti kecemasan matematika, misalnya, jelas berada dalam domain afektif dan diukur dengan kuesioner karena berurusan dengan bagaimana perasaan individu tentang matematika. Konsep seperti pencapaian matematika dan pemecahan masalah berada dalam domain kognitif dan dinilai dengan tes yang berfokus pada materi pelajaran (pengetahuan saja). Namun, ketika visi kita semakin jelas, batas antara kedua domain itu menjadi semakin kabur.

Pemecahan Masalah: Perspektif Baru sebagai titik awal otoritatif untuk diskusi tentang pengaruh dan keyakinan.

Sebagai individu siswa bekerja adalah latihan: tugas yang dirancang untuk menunjukkan penguasaan materi pelajaran yang relatif kecil, dan untuk dapat diselesaikan dalam waktu singkat. Dalam urutan lima hari yang khas, misalnya, siswa diberi pekerjaan rumah tugas yang terdiri dari 28, 45, 18, 27, dan 30 "masalah" masing-masing. Praktik guru dalam hal ini adalah meminta siswa mempresentasikan solusi untuk sebanyak mungkin masalah pekerjaan rumah di papan tulis. Mengingat panjang tugasnya, itu berarti dia mengharapkan siswa untuk dapat mengerjakan dua puluh atau lebih "masalah" dalam 2 x 40 menit di kelas.

Keyakinan siswa yang khas tentang hakikat matematika adalah (a) Masalah matematika memiliki satu dan hanya satu jawaban yang benar; (b) Hanya ada satu cara yang benar untuk menyelesaikan masalah matematika apa pun—biasanya aturan yang baru-baru ini ditunjukkan oleh guru di depan kelas; (c) Siswa biasa tidak bisa berharap untuk memahami matematika; mereka mengharapkan hanya untuk menghafalnya dan menerapkan apa yang telah mereka pelajari secara mekanis dan tanpa pemahaman; (d) Matematika adalah kegiatan yang dilakukan oleh individu dalam isolasi. Siswa yang telah memahami matematika yang dipelajarinya akan mampu memecahkan masalah yang ditugaskan dalam lima menit atau kurang; (e) Matematika yang dipelajari di sekolah sedikit atau tidak ada hubungannya dengan dunia nyata; dan (f) Pembuktian formal tidak relevan dengan proses penemuan atau penemuan.

Dalam Pedagogi Kay yang konsisten dengan keyakinannya dan menghasilkan suasana kelas yang setidaknya berpotensi mendukung perkembangan kemampuan

pemecahan masalah siswanya, menginformasikan keyakinan tentang matematika dan pedagogi adalah sebagai berikut:

- a) Matematika lebih merupakan subjek ide dan proses mental daripada subjek fakta.
- b) Matematika dapat paling baik dipahami dengan menemukan kembali ide-idenya.
- c) Penemuan dan verifikasi adalah proses penting dalam matematika.
- d) Tujuan utama studi matematika adalah untuk mengembangkan keterampilan penalaran yang diperlukan untuk memecahkan masalah.
- e) Guru harus menciptakan dan memelihara suasana terbuka dan informal
- f) Suasana kelas yang mendukung untuk menjamin kebebasan siswa untuk bertanya
- g) Mengajukan pertanyaan dan mengeksplorasi ide-ide mereka.
- h) Guru harus mendorong siswa untuk menebak dan menduga
- i) dan harus memungkinkan mereka untuk memikirkan hal-hal sendiri daripada
- j) Menunjukkan kepada mereka bagaimana mencapai solusi atau jawaban.
- k) Guru harus menarik intuisi dan pengalaman siswa saat menyajikan materi agar bermakna.

8.3 Membongkar Pendekatan Hybrid (Konseptual-Prosedural)

Banyak pembelajaran profesional yang menganjurkan pergeseran ke arah pendekatan konseptual untuk memberikan peta jalan yang cukup dan mudah diikuti untuk menerapkan

pendekatan konseptual. Perdebatan tentang apakah pendekatan konseptual lebih baik untuk mengajar matematika atau apakah mengajar secara prosedural lebih baik. Akibat perdebatan ini telah terjadi dua kubu pendidik matematika menjadi yang berlawanan sehingga dapat disebut sebagai kubu proseduralis vs konseptualis. Argumen dari masing-masing kubu cenderung saling eksklusif yaitu salah satu atau yang lain lebih unggul atau memiliki kelemahan. Untuk menghindari agar kita tidak lagi berargumen bahwa pendekatan ideal untuk pendidikan matematika adalah prosedural atau konseptual, maka diambil solusi tengah bahwa pendekatan hybrid diperlukan.

Pendekatan hybrid (konseptual-prosedural) adalah pendekatan gabungan (konseptual-prosedural) yang berorientasi pada siswa dan sangat terstruktur. Sebagian besar berpusat pada siswa dan berbasis konseptual tetapi juga menggabungkan pengajaran prosedur yang eksplisit.

8.4 Kunci Kesuksesan Pendekatan Hybrid

Berdasarkan dari beberapa literature, berikut ini disarikan 9 (sembilan) kunci kesuksesan pendekatan hybrid (procedural-konseptual) dalam pembelajaran matematika.

- a) Kedua pendekatan prosedural dan konseptual untuk pengajaran matematika **mengandung prasyarat** yang diperlukan agar siswa berhasil dengan matematika sekolah menengah.
- b) Prasyarat yang diperlukan untuk belajar matematika yang paling baik disediakan oleh pendekatan prosedural yang berkualitas adalah **pengajaran rutin dan prosedural** yang eksplisit.

- c) Prasyarat yang diperlukan untuk belajar matematika yang paling baik disediakan oleh pendekatan konseptual yang berkualitas adalah **pemahaman konseptual** pada siswa (siswa memahami apa yang mereka kerjakan di kelas).
- d) Prasyarat yang diperlukan untuk belajar matematika yang paling baik disediakan oleh pendekatan konseptual yang berkualitas adalah pemahaman konseptual pada siswa (berpusat pada bagaimana siswa benar-benar memahami apa yang mereka kerjakan di kelas).
- e) Perdebatan prosedural vs konseptual memiliki kelemahan karena kepercayaan umum (bahwa dua pendekatan saling eksklusif) adalah kesalahpahaman. Pendekatan hibrid dimungkinkan mencakup prasyarat penting dari kedua pendekatan - pengajaran prosedur secara eksplisit dan 'memungkinkan siswa untuk memahami apa yang sedang mereka kerjakan', idealnya sejak mereka mulai mengerjakannya.
- f) Pendekatan konseptual-prosedural hybrid adalah berprinsip berpusat pada siswa dan sangat terstruktur. Sebagian besar berpusat pada siswa dan berbasis konseptual tetapi juga menggabungkan pengajaran prosedur yang eksplisit. Tujuan pertama dari setiap guru yang menggunakan pendekatan konseptual hibrida adalah untuk membuat siswa memahami apa yang mereka lakukan dalam suatu kegiatan. Tujuan kedua dari guru - juga penting tetapi harus mengikutiyang pertama - adalah pengajaran prosedur. Dengan kata lain, guru memprioritaskan penggunaan pola pikir 'memahami dulu, prosedur kedua'
- g) Mengadopsi pendekatan konseptual-prosedural hibrida memerlukan pengeseran paradigma- bagi banyak guru -

pedagogi yang berbeda dengan yang biasa mereka lakukan. Meskipun mudah dikelola setelah memperoleh pengalaman yang memadai, transisi membutuhkan waktu dan panduan.

- h) Transisi membutuhkan perubahan paradigma dalam pemikiran guru dan pengelolaan kelas. Idealnya, guru yang melakukan perubahan akan menerima beberapa bimbingan profesional yang berkualitas dan berkelanjutan yang mengharuskan mereka untuk melaksanakan berbagai kegiatan yang terstruktur dengan baik, berpusat pada siswa, dan berbasis konseptual.
- i) Diperlukan adalah beberapa panduan komprehensif bagi guru matematika untuk membantu mereka melakukan transisi yang berhasil ke pendekatan konseptual-prosedural hybrid.

Aktivitas berbasis konseptual-prosedural (hybrid) **tidak** identik dengan 'banyak peralatan langsung'. Kesalahpahaman yang umum adalah bahwa pendekatan konseptual untuk mengajar matematika membutuhkan aktivitas langsung dengan banyak peralatan. Aktivitas pembelajaran berbasis konsep hybrid **tidak** identik dengan 'banyak peralatan'. Ini memiliki keuntungan karena keberhasilan menjalankan pelajaran sangat sulit bagi sebagian besar siswa sekolah menengah.

Agar siswa belajar matematika secara efektif, mereka perlu memahami matematika yang mereka kerjakan dan mereka juga perlu mempelajari rutinitas dan prosedur. Oleh karena itu diperlukan pendekatan hybrid yang menggabungkan pendekatan konseptual dan prosedural terbaik.

Guru yang menggunakan pendekatan konseptual-prosedural (hybrid) memiliki tujuan utama dan awal agar siswa memahami aktivitas yang mereka lakukan. Pengajaran eksplisit tentang prosedur terjadi sebagai fokus sekunder yang penting. Keterlibatan siswa yang otentik merupakan prasyarat lain untuk pembelajaran matematika yang efektif. Pendekatan konseptual-prosedural (hybrid) memberikan dasar yang sangat baik untuk keterlibatan otentik siswa karena menempatkan pemahaman siswa di awal.

8.5 Strategi Praktik Terbaik:–Penggunaan Pertanyaan yang Efektif sebagai Alat Pengajaran.

Belajar yang terbaik melalui adalah pertanyaan dan jawaban. Sepertinya para siswa menikmati jika para guru mengajukan pertanyaan kepada siswa karena - meskipun mungkin menakutkan atau menegangkan. Ketika siswa tidak segera mengetahui jawabannya, mereka mencari jawaban dengan mengingat konsep-konsep yang telah dipelajari. Dalam mencari jawaban, siswa dapat membuat koneksi dan menghubungkan informasi dengan materi yang dipelajari sebelumnya.

Kegiatan mengajukan dan menyusun jawaban pertanyaan-pertanyaan bukan hal yang mudah. Pertanyaan perlu dikonstruksi dengan benar agar siswa mendapatkan hasil maksimal dari pengalaman belajar. Pertanyaan tidak boleh untuk membingungkan atau mengintimidasi siswa, melainkan untuk merangsang pemikiran kritis dan menerapkan pengetahuan sebelumnya pada konsep saat ini. Siswa dapat belajar secara efektif dari menjawab pertanyaan, tetapi

jawaban mereka juga dapat membantu guru. Guru dapat menilai pengetahuan siswa sebelumnya dan berdasarkan tanggapan siswa dapat memandu instruksi lebih lanjut, memilih apa yang akan difokuskan dan tingkat kesulitan.

Pada kurikulum 2013 berbasis pendekatan saintifik ada penekanan pada aspek “menanya”. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan perihal; (1) Pertanyaan tidak hanya harus direncanakan baik di kelas dan pada pengalaman praktik klinis, tetapi siswa juga harus diajar untuk mengajukan pertanyaan. Siswa perlu merasa bahwa mereka memiliki kebebasan untuk mengajukan pertanyaan ilmiah untuk mendapatkan wawasan atau kejelasan yang lebih baik; (2) Pertanyaan harus memancing pemikiran tingkat tinggi, terlepas dari kemampuan akademis siswa, karena ini akan membantu melibatkan dan memotivasi siswa.

8.6 Bagaimana Mengajukan Pertanyaan Efektif untuk Meningkatkan Pembelajaran Siswa dalam Matematika.

Berbagi pengalaman ketika saya melakukan penelitian dan masuk ke kelas matematika, saya hampir dapat menjamin bahwa saya akan melihat seorang guru membimbing siswa melalui suatu masalah di beberapa titik selama pelajaran. Dalam banyak kasus, ini terdengar seperti guru menjelaskan setiap langkah dan mencontohkannya untuk siswa. Sementara pemodelan seperti itu dapat membantu untuk memperkenalkan topik baru, terlalu sering saya melihat guru matematika mengandalkan strategi ini untuk semua masalah yang mereka selesaikan selama kelas. Jika siswa tidak secara aktif memaksa masuk ke dalam proses dengan mengajukan pertanyaan, mereka dibiarkan hanya mengamati.

Alih-alih hanya menunjukkan kepada siswa apa yang harus dilakukan, guru dapat menggunakan strategi bertanya yang memungkinkan siswa menjadi peserta aktif dalam proses pemecahan. Ketika pergeseran ini dilakukan, tidak hanya siswa lebih terlibat saat mereka ditanyai selama proses pemecahan, tetapi juga mereka mengembangkan pemahaman konsep yang lebih dalam saat mereka bekerja untuk membenarkan langkah-langkah matematis.

Strategi bertanya dimaksudkan untuk digunakan sebagai pertanyaan panggilan dingin atau pemantik selama praktik terbimbing di kelas. Guru yang mengajukan pertanyaan kepada siswa sambil mendemonstrasikan bagaimana memecahkan masalah akan meningkatkan keterlibatan dan memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam. Meskipun jenis pertanyaan yang sama ini dapat dijawab oleh sukarelawan, tujuan dari pertanyaan tersebut adalah untuk meningkatkan keterlibatan dan menjaga kecepatan kelas. Selain itu, ketika pertanyaan pemantik digunakan, siswa mengembangkan pemahaman bahwa mereka harus selalu siap untuk berpartisipasi di kelas.

Untuk memenuhi kebutuhan semua siswa, guru harus memiliki strategis dalam pertanyaan apa yang mereka ajukan kepada siswa yang mana; membedakan pertanyaan berdasarkan level dapat membantu semua siswa menemukan kesuksesan. Jika Anda yakin bahwa siswa Anda tidak siap untuk panggilan dingin atau khawatir tentang siswa yang sangat introvert, sebaiknya gunakan strategi panggilan hangat dan beri tahu mereka pertanyaan mana yang akan Anda tanyakan sebelumnya. Ini efektif jika pembelajar menyelesaikan soal secara mandiri, karena Anda dapat

memberi tahu setiap pembelajar langkah mana yang akan menjadi tanggung jawab mereka untuk dijelaskan saat Anda mengulas.

Bertanya dengan kata APA?

Bentuk pertanyaan pertama yang dapat digunakan guru selama kelas matematika adalah pertanyaan “apa”. Ini sering kali paling baik digunakan untuk memulai suatu masalah dan dapat berbunyi seperti "Apa yang harus saya lakukan untuk menyelesaikan masalah ini?" atau "Apa yang Anda pikirkan saat melihat masalah ini?" Pertanyaan "apa" ini segera melibatkan siswa dan dapat memberi mereka kesempatan untuk berpartisipasi apakah mereka sangat percaya diri dengan materi tersebut atau tidak.

Misalnya, saat mengajari siswa saya cara memecahkan soal cerita, saya sering bertanya kepada mereka apa yang harus saya lakukan terlebih dahulu. Siswa yang kurang percaya diri dengan materi dapat dengan mudah menemukan titik akses untuk berpartisipasi di kelas dengan mengingatkan saya untuk membubuhi keterangan masalah. Lebih dari sekadar menyediakan titik akses bagi siswa ini, tanya jawab ini memastikan bahwa semua siswa secara aktif membimbing proses penyelesaian, yang tentunya harus menyertakan anotasi.

Dari sana, saya dapat bertanya apa yang harus dilakukan selanjutnya, dan siswa saya mungkin menyatakan bahwa saya perlu menulis persamaan, yang kemudian kami selesaikan bersama. Saya akan melanjutkan dengan pertanyaan "apa" saya untuk mengidentifikasi langkah-langkah yang diperlukan untuk melanjutkan penyelesaian dan untuk memeriksa pekerjaan saya. Dengan cara ini, siswa saya adalah orang-orang yang harus

menentukan bagaimana mendekati dan menyelesaikan setiap masalah. Jika siswa tidak yakin tentang apa yang harus dilakukan, saya masih dapat mendorong mereka dan menawarkan dukungan, tetapi mereka telah diberi kesempatan untuk memproses pemikiran mereka secara mandiri terlebih dahulu.

Bertanya dengan kata MENGAPA?

Setelah siswa saya memberi tahu saya apa yang harus dilakukan ketika menyelesaikan masalah, saya mulai beralih ke pertanyaan "mengapa" untuk lebih mengembangkan bahasa matematika dan keterampilan pembenaran mereka. Pertanyaan-pertanyaan ini sering mengikuti pertanyaan "apa" dan memungkinkan saya untuk meningkatkan jumlah suara yang saya gunakan untuk satu masalah.

Misalnya, jika saya (guru) bekerja untuk menyelesaikan persamaan $5x + 2 = 12$, saya dapat mulai dengan bertanya kepada seorang siswa apa yang harus saya lakukan terlebih dahulu. Begitu mereka menjawab bahwa saya harus mengurangi 2 dari kedua sisi, saya bisa bertanya mengapa itu harus dilakukan. Dengan mengajukan pertanyaan "mengapa" ini, saya memastikan bahwa siswa tidak hanya mengikuti seperangkat aturan prosedural tetapi juga menginternalisasi pentingnya menjaga keseimbangan dan kesetaraan saat memecahkan, keterampilan yang dapat mereka terapkan secara terus-menerus saat mereka menghadapi masalah matematika yang lebih rumit dalam pembelajaran. masa depan.

Selain itu, saat mereka menjelaskan pembenaran mereka, mereka ditugaskan untuk menggunakan bahasa matematika, yang mendukung mereka dalam memenuhi tujuan komunikasi yang digariskan oleh Standar Inti Umum untuk Praktik Matematika.

Bertanya dengan kata BAGAIMANA?

Jenis pertanyaan terakhir yang sering saya gunakan dalam pelajaran saya adalah pertanyaan “bagaimana”, yang meminta siswa untuk menjelaskan proses yang diperlukan untuk mencapai suatu tujuan atau menjelaskan alasan mereka di balik penyelesaian langkah tertentu. Saya menemukan bahwa saya tidak harus mengikuti struktur spesifik untuk menanyakan "apa", lalu "mengapa", lalu "bagaimana", tetapi sebaliknya bertanya "bagaimana" ketika saya ingin memastikan bahwa siswa memahami prosesnya.

Selain itu, saya menemukan bahwa mengajukan pertanyaan "bagaimana" menawarkan kebebasan yang signifikan kepada siswa dalam bagaimana mereka berencana untuk menjawab, karena hal itu mendorong mereka untuk menjelaskan bagaimana mereka mengetahui sebuah jawaban. Ini, oleh karena itu, tidak hanya menawarkan mereka kesempatan untuk menggunakan bahasa matematika mereka tetapi juga memungkinkan mereka untuk menempatkan proses ke dalam kata-kata mereka sendiri. Melakukan hal itu telah memungkinkan siswa saya untuk memperdalam pemahaman mereka sendiri sambil secara bersamaan mendukung teman sekelas mereka dengan menawarkan perspektif yang berbeda, dan berpotensi lebih dapat dipahami.

Siswa yang hanya mempelajari prosedur akan menemukan diri mereka, di tingkat atas, menjalankan algoritme tanpa memahami mengapa langkah-langkah tersebut berhasil. Dalam kata-kata salah satu manual untuk guru matematika, “Banyak siswa di Amerika Serikat telah menyerah untuk mengetahui mengapa hal-hal bekerja dalam matematika. Ketika mereka mendapatkan jawaban yang benar hanya dengan mengikuti prosedur, terlepas

dari pemahaman konseptual, mereka puas.” Matematika prosedural itu penting; siswa muda harus mempelajari algoritma. Tapi literasi matematika melibatkan pembelajaran baik prosedur dan alasan mengapa mereka bekerja.

Beberapa hasil penelitian mengungkap bahwa pertanyaan yang sangat banyak (91,2%) yang diajukan oleh guru adalah pertanyaan tingkat rendah, dengan sebagian besar merupakan tipe faktual. Penulis menyatakan ini mungkin karena guru belum diajari bagaimana, atau pentingnya, mengajukan pertanyaan tingkat tinggi. Pertanyaan tingkat tinggi mendorong pemikiran tingkat tinggi. Pertanyaan tingkat tinggi "menyebabkan pemrosesan kognitif dan pengorganisasian informasi yang membangun struktur mental yang lebih rumit". Guru harus belajar untuk merumuskan pertanyaan tingkat tinggi untuk merangsang pemikiran seperti itu.

Telah terbukti bahwa kebanyakan guru mengajukan pertanyaan kognitif tingkat rendah (Cárdenas, 2021; Davoudi & Sadeghi, 2015). Pertanyaan kognitif tingkat rendah dapat menghambat kemampuan siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis tingkat tinggi (Davoudi & Sadeghi, 2015). Keterampilan ini penting untuk memungkinkan siswa berlatih mengingat pengetahuan yang telah mereka pelajari dan menerapkannya pada situasi baru. Berpikir kritis sangat penting ketika memecahkan masalah dalam berbagai faktor dan hambatan. Dengan mengajukan pertanyaan kepada siswa dalam domain pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif, mereka akan dapat belajar dalam “dimensi penuh” dan memahami gambaran yang lebih besar.

Hasil penelitian ahli sebelumnya tentang pola keyakinan guru tentang siswa berprestasi rendah dan instruksi berpikir tingkat tinggi menunjukkan bahwa 45% guru percaya bahwa pemikiran

tingkat tinggi tidak sesuai untuk siswa berprestasi rendah (Zohar et al., 2001). Keyakinan guru dalam konteks ini terkait dengan teori instruksi umum mereka: memandang pembelajaran sebagai hirarkis dalam hal tingkat akademik siswa ditemukan terkait dengan pandangan pembelajaran tradisional, yaitu, melihat pembelajaran sebagai kemajuan dari yang sederhana: keterampilan kognitif tingkat rendah ke yang lebih kompleks.

METAKOGNISI



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.

Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 9

METAKOGNISI

9.1 Apa itu Metakognisi dalam Pendidikan?

Istilah metakognisi mengacu pada kemampuan individu untuk merencanakan, memantau, mengevaluasi, dan membuat perubahan pada perilaku belajar mereka sendiri untuk menghadapi tantangan secara lebih efektif. Anda mungkin pernah mendengarnya didefinisikan sebagai 'berpikir tentang berpikir', tetapi elemen pemantauan aktif dan modifikasi proses berpikir membuatnya lebih dari ini. Ini juga merupakan bentuk pengaturan diri, yang melibatkan kesadaran diri, keterampilan analisis kritis, dan kemampuan untuk memecahkan masalah.

Pengetahuan metakognitif dapat dilihat sebagai 'ibu' dari semua jenis pengetahuan lainnya. Ini menampung kemampuan Anda untuk menggunakan pengetahuan prosedural, konseptual, dan faktual Anda dalam kombinasi pada waktu tertentu. Metakognisi mewakili kemampuan Anda untuk menggunakan pengetahuan yang dipelajari sebelumnya untuk merencanakan strategi, menjadi refleksi diri atau memahami dunia di sekitar Anda.

Bagi siswa, memiliki keterampilan metakognitif berarti mereka mampu mengenali kemampuan kognitif mereka sendiri, mengarahkan pembelajaran mereka sendiri, mengevaluasi kinerja mereka, memahami apa yang menyebabkan keberhasilan atau kegagalan mereka, dan mempelajari strategi baru. Ini juga dapat membantu mereka belajar bagaimana merevisi. Ini karena mengoptimalkan

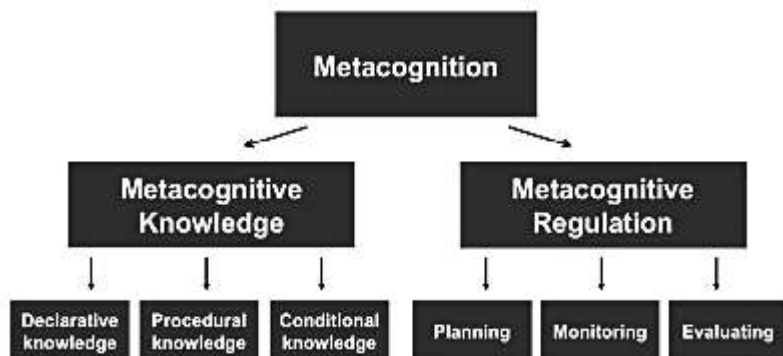
proses kognitif dasar mereka, termasuk memori, perhatian, aktivasi pengetahuan sebelumnya, dan mampu menyelesaikan atau menyelesaikan tugas. Itu membuat mereka belajar lebih efisien dan lebih efektif, sehingga mereka dapat membuat lebih banyak kemajuan.

Misalnya, seorang siswa dengan keterampilan metakognitif mungkin: (a) Anda perlu kenali bahwa mereka kesulitan menerapkan rumus dalam matematika; (b) Pikirkan tentang masalah matematika yang telah mereka pecahkan sebelumnya, dan strategi yang mereka gunakan; (c) Terapkan strategi ini, menilai apakah mereka bekerja atau tidak; (d) Coba strategi lain jika yang mereka gunakan tidak efektif; (e) Renungkan bagaimana kinerja mereka dalam tugas ini, dan gunakan ini untuk menginformasikan pekerjaan mereka di masa depan.

Keterampilan metakognitif berguna di semua mata pelajaran, karena mereka meningkatkan cara Anda belajar, berbeda dengan apa yang Anda pelajari. Mereka juga bisa diajar; akibatnya, guru semua mata pelajaran harus membantu siswa mereka untuk mengembangkannya. Pada bagian di bawah ini, kami akan memberi Anda beberapa ide tentang bagaimana Anda dapat melakukan ini.

9.2 Dimensi Metakognisi

Metakognisi mencakup beberapa proses dan keterampilan yang diberi nama dan ditekankan secara berbeda dalam literatur dari berbagai disiplin ilmu. Berikut ini digambarkan kerangka metakognisi dalam pendidikan.



Gambar 9.1

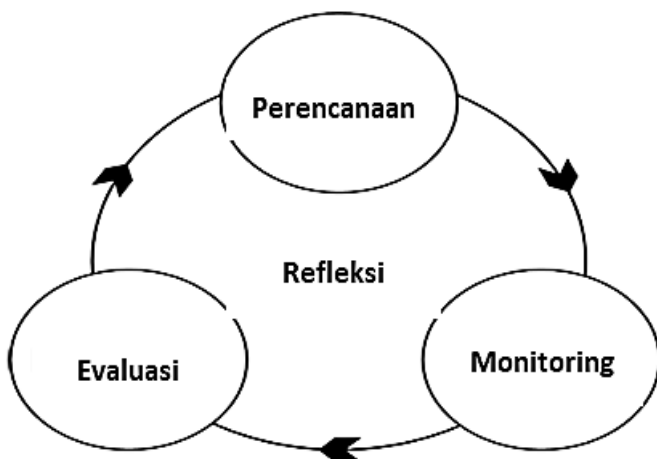
Kerangka metakognisi dalam pendidikan
(dimodifikasi dari Schraw dan Moshman, 1995).

Kerangka teoritis ini membagi metakognisi menjadi dua komponen: pengetahuan metakognitif dan pengaturan (regulasi) metakognitif. Pengetahuan metakognitif mencakup apa yang Anda ketahui tentang pemikiran Anda sendiri dan apa yang Anda ketahui tentang strategi untuk sedang belajar. Pengetahuan deklaratif melibatkan mengetahui tentang diri Anda sendiri sebagai pembelajar, tuntutan tugas, dan strategi pembelajaran apa? Pengetahuan prosedural melibatkan mengetahui bagaimana menggunakan strategi pembelajaran. Pengetahuan kondisional (bersyarat) melibatkan mengetahui kapan dan mengapa harus menggunakan strategi pembelajaran tertentu. Regulasi metakognitif melibatkan tindakan yang Anda ambil untuk belajar. Perencanaan melibatkan dalam

memutuskan strategi apa yang akan digunakan untuk tugas pembelajaran di masa depan dan kapan Anda akan menggunakannya. Pemantauan melibatkan penilaian pemahaman Anda tentang konsep dan efektivitas strategi Anda saat sedang belajar. Mengevaluasi melibatkan menilai rencana Anda sebelumnya dan menyesuaikannya untuk pembelajaran di masa depan dari berbagai bidang terkait erat, dan sering kali tumpang tindih.

Metakognisi menggambarkan proses yang terlibat ketika peserta didik merencanakan, memantau, mengevaluasi dan membuat perubahan pada perilaku belajar mereka sendiri. Metakognisi sering dianggap memiliki dua dimensi: pengetahuan metakognitif dan regulasi metakognitif. Pengetahuan metakognitif mengacu pada apa yang pelajar ketahui tentang belajar. Ini termasuk (1) pengetahuan siswa tentang kemampuan kognitif mereka sendiri (misalnya 'Saya mengalami kesulitan mengingat tanggal dalam sejarah'); (2) pengetahuan pelajar tentang tugas-tugas tertentu (misalnya 'Gagasan dalam bab ini yang akan saya baca rumit'); dan (3) pengetahuan pelajar tentang berbagai strategi yang tersedia bagi mereka dan kapan strategi tersebut sesuai dengan tugas (misalnya, 'Jika saya memindai teks terlebih dahulu, itu akan membantu saya memahami makna keseluruhan').

Regulasi metakognitif mengacu pada apa yang peserta didik lakukan tentang belajar. Ini menjelaskan bagaimana siswa memantau dan mengontrol proses kognitif mereka. Misalnya, seorang pelajar mungkin menyadari bahwa strategi tertentu tidak mencapai hasil yang mereka inginkan, sehingga mereka memutuskan untuk mencoba strategi yang berbeda.



Gambar 9.2 Fase Regulasi Metakognisi

Fase perencanaan metakognitif melibatkan pengintegrasian unsur-unsur metakognisi yang berfokus pada tugas tertentu, menetapkan tujuan tugas, membagi tugas yang lebih kompleks, dan memprediksi hasil tugas. Selama **fase perencanaan**, siswa berpikir tentang tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan guru dan mempertimbangkan bagaimana mereka akan mendekati tugas dan strategi apa yang akan mereka gunakan. Pada tahap ini, akan sangat membantu bagi siswa untuk bertanya pada diri sendiri: 'Apa yang diminta untuk saya lakukan?' 'Strategi mana yang akan saya gunakan?' 'Apakah ada strategi yang telah saya gunakan sebelumnya yang mungkin berguna?'

Fase pemantauan (monitoring), siswa mengimplementasikan rencana mereka dan memantau kemajuan yang mereka buat menuju tujuan pembelajaran

mereka. Siswa mungkin memutuskan untuk membuat perubahan pada strategi yang mereka gunakan jika ini tidak berhasil. Saat siswa mengerjakan tugas, itu akan membantu mereka untuk bertanya pada diri sendiri: 'Apakah strategi yang saya gunakan berhasil?' 'Apakah saya perlu mencoba sesuatu yang berbeda?' Fase pemantauan atau dan pengendalian merupakan kegiatan yang saling terkait. Pemantauan menjadi reflektif selama tugas, melacak kemajuan, bagaimana segala sesuatunya berjalan, dan jika strategi yang dipilih berhasil.

Fase evaluasi, siswa menentukan seberapa sukses strategi yang mereka gunakan dalam membantu mereka mencapai tujuan belajar mereka. Untuk mempromosikan evaluasi, siswa dapat mempertimbangkan: 'Seberapa baik yang saya lakukan?' 'Apa yang tidak berjalan dengan baik?' 'Apa yang bisa saya lakukan secara berbeda lain kali?' 'Apa yang berjalan dengan baik?' 'Apa jenis masalah lain yang dapat saya gunakan untuk strategi ini?'

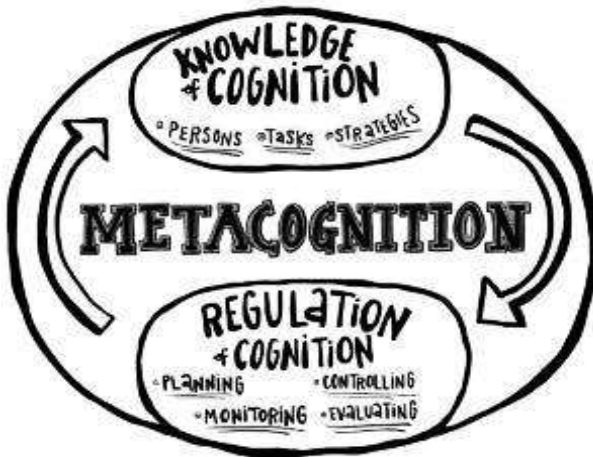
Fase refleksi adalah bagian mendasar dari proses rencana-monitor-evaluasi. Mendorong siswa untuk mempertanyakan diri sendiri selama proses akan mendukung refleksi ini. Fase refleksi ini merupakan bagian dari regulasi metakognitif.

9.3 Siklus Metakognisi

Psikolog Soviet Lev Vygotsky (1896-1934) berteori tentang proses kognitif yang akan dianggap sebagai metakognitif. Vygotsky mengembangkan gagasan Zona Perkembangan Proksimal. Zona ini terletak di antara apa yang dapat dicapai oleh pembelajar sendiri dan apa yang dapat dicapai oleh pembelajar dengan bimbingan ahli. Seorang guru

misalnya, pada awalnya mengambil tanggung jawab untuk memantau kemajuan, menetapkan tujuan, merencanakan kegiatan dan mengalokasikan perhatian misalnya. Secara bertahap, tanggung jawab untuk proses kognitif ini diberikan kepada pelajar. Pelajar menjadi semakin mampu mengatur aktivitas kognitifnya sendiri. Transisi ini dijelaskan oleh Vygotsky dan sekarang akan dianggap perkembangan metakognitif.

Penggunaan proses kognitif dasar yang efektif adalah bagian mendasar dari pembelajaran. Proses kognitif ini termasuk memori dan perhatian, aktivasi pengetahuan sebelumnya, dan penggunaan strategi kognitif untuk memecahkan masalah atau menyelesaikan tugas. Agar pelajar dapat memastikan bahwa mereka memanfaatkan proses kognitif dasar ini dengan sebaik-baiknya, mereka perlu memiliki kesadaran dan kemampuan untuk memantau dan mengadaptasinya. Berikut ini disajikan gambar siklus metakognisi.



Gambar 9.3 Siklus Metakognisi

Seperti yang ditunjukkan oleh panah pada Gambar 8.3, metakognisi adalah siklus. Kami memanfaatkan pengetahuan metakognitif kami saat ini saat kami terlibat dalam regulasi metakognitif. Sebagai hasil dari regulasi metakognitif kami, ada umpan balik untuk memperluas dan menyempurnakan pengetahuan metakognitif kami. Pengetahuan tentang orang mengacu pada mengetahui bagaimana pemikiran dan pembelajaran bekerja untuk orang-orang secara umum dan bagaimana kecenderungan kita, dan lebih suka memproses informasi secara khusus. Pengetahuan tentang tugas mencakup hal-hal seperti tuntutan tugas kognitif, tujuan, kesulitan, kompleksitas, dan konteks. Pengetahuan tentang strategi meliputi pembelajaran umum dan strategi pemecahan masalah, serta strategi tugas khusus.

Borkowski, Estrada, Milstead dan Hale (1989) mendekati pengembangan metakognisi dari perspektif pembangunan dan percaya bahwa anak-anak sejak usia dini mengamati bagaimana orang lain (individu) memecahkan masalah dan menjadi saksi strategi orang lain dalam perilaku dan hasil yang positif. Anak-anak mempelajari perilaku seperti itu melalui pemodelan dan fasilitasi langsung.

Metakognisi dan strategi metakognitif menunjukkan keterampilan khusus yang dapat difasilitasi, dipraktikkan, ditingkatkan, dan diperoleh (dipelajari). Strategi metakognitif yang kurang sama seperti basis pengetahuan pembelajar bisa jadi tidak memadai, demikian juga dapat basis pengetahuan metakognitif pembelajar tertentu juga tidak memadai.

Kaitan antara metakognisi dan keberhasilan dalam matematika pemecahan masalah telah diteliti secara menyeluruh di tingkat internasional tingkat (Artzt dan Armor-

Thomas, 1992; Carr dan Biddlecomb, 1998; Cardelle-Elawer, 1995). Penelitian telah mengkonfirmasi lebih banyak dari satu kesempatan bahwa (a) pelajar sering tidak memiliki pengetahuan kognisi mereka sendiri dan bahwa (b) kemampuan mereka untuk mengatur kognisi mereka sendiri tidak memadai (yaitu dua komponen dari metakognisi) (Hartman, 2001).

Perbedaan harus ditarik antara "kognitif" dan strategi "metakognitif" karena masing-masing konsep ini terlibat dalam pembelajaran yang efektif, dan masing-masing memiliki fungsi kepentingannya sendiri untuk melaksanakan. Strategi dan keterampilan kognitif disebut untuk membuat kemajuan kognitif (Flavell, 1979) dan diperlukan untuk melaksanakan tugas atau memecahkan masalah (Garner, 1987). Strategi dan keterampilan metakognitif diterapkan untuk memantau, merencanakan dan mengontrol strategi kognitif dan untuk mengevaluasi hasilnya (Flavell, 1979) dan diperlukan untuk memahami bagaimana tugas itu dilaksanakan atau bagaimana masalah itu diselesaikan (Garner, 1987)

9.4 Manfaat Metakognisi dalam Pembelajaran

Potensi manfaat metakognisi dalam pembelajaran adalah sebagai berikut:

- (a) Tingkat prestasi yang lebih tinggi untuk siswa. Praktik metakognitif juga dapat mengimbangi keterbatasan kognitif yang mungkin dimiliki siswa, menurut penelitian seperti ini.
- (b) Meningkatkan kemampuan untuk belajar secara mandiri. Mampu memantau kemajuan mereka sendiri

memungkinkan mereka mengendalikan pembelajaran mereka sendiri, di dalam dan di luar kelas.

- (c) Peningkatan ketekunan. Mengidentifikasi keberhasilan dan kegagalan mereka, dan strategi mana yang paling cocok untuk mereka – atau yang gagal – meningkatkan ketekunan siswa untuk menjadi lebih baik dalam pekerjaan mereka.
- (d) Membantu siswa yang kurang mampu. Mengajar dengan cara yang mendukung metakognisi bermanfaat bagi siswa yang dirugikan oleh rekan-rekan mereka. Ini menjadi semakin penting, karena kesenjangan kinerja telah melebar sekali lagi karena COVID-19.
- (e) Efektivitas biaya. Metode pengajaran ini tidak memerlukan peralatan khusus, atau pembelian besar lainnya – hanya membutuhkan guru untuk dilatih dalam metode ini secara efektif.
- (f) Pengetahuan yang dapat ditransfer. Metakognisi membantu siswa untuk mengirimkan pengetahuan dan pemahaman mereka di seluruh tugas dan konteks, termasuk pemahaman membaca, menulis, matematika, menghafal, penalaran, dan pemecahan masalah.
- (g) Efektif untuk semua usia siswa. Penelitian telah mengamati siswa sekolah dasar dan menengah – dan bahkan mereka yang belum mulai sekolah – dan menemukan manfaat dalam semua kasus.
- (h) Pertumbuhan emosi dan sosial. Memperoleh kesadaran akan keadaan mental mereka sendiri memungkinkan siswa untuk berpikir tentang bagaimana menjadi bahagia, dihormati, dan percaya diri pada diri mereka sendiri.

Mereka juga lebih mampu memahami perspektif orang lain.

9.5 Bagaimana Guru Mengajarkan Metakognisi?

Meskipun metakognisi adalah tentang siswa yang mengendalikan pembelajaran mereka sendiri, seorang guru masih diperlukan untuk membantu mereka mengembangkan keterampilan dan strategi untuk melakukannya. Kami merekomendasikan agar Anda mengajarkan metakognisi di samping konten mata pelajaran, daripada memiliki sesi 'belajar untuk belajar' atau 'keterampilan berpikir' yang spesifik. Sesi ini tidak efektif, karena siswa merasa sulit untuk menghubungkan tipe pengetahuan umum dengan pembelajaran khusus mata pelajaran. Ada beberapa hal lain yang perlu dipertimbangkan sebelum mengambil strategi dan aktivitas metakognitif ke dalam kelas, antara lain:

- (1) Memfasilitasi Pembelajaran Metakognitif Melalui Struktur Pelajaran dan Lingkungan.

Seluruh pelajaran Anda perlu terstruktur dengan cara yang memungkinkan siswa mempraktikkan strategi metakognitif. Secara umum, Anda perlu membagi pelajaran menjadi empat tahap: Anda, Rencanakan, Lakukan, dan Tinjau.

Tahap 'Anda' melibatkan memberi siswa permulaan pelajaran di mana mereka perlu mempertimbangkan pengetahuan mereka sebelumnya tentang suatu topik, dan strategi apa pun yang sebelumnya mereka gunakan untuk mempelajari topik ini.

Tahap 'Rencana' terdiri dari menetapkan tugas siswa (tujuan pembelajaran). Tujuan pembelajaran harus jelas dan eksplisit. Siswa harus merencanakan pendekatan mereka, strategi yang akan mereka gunakan, berapa lama waktu yang dibutuhkan – sehingga mereka dapat mengalokasikan jumlah usaha yang tepat – dan apa yang berpotensi salah. Memprediksi seberapa baik mereka akan melakukan tugas juga dapat membantu metakognisi.

Pada tahap 'Lakukan', siswa akan melaksanakan tugas, memantau kemajuan mereka saat mereka pergi. Untuk membantu mereka melakukannya, Anda bisa berhenti di tengah jalan, memberi mereka perancah kalimat untuk direnungkan (seperti 'Saya berhasil mengerjakan tugas karena...', 'strategi ini berhasil karena...', 'Saya bingung dengan...', 'Saya mungkin harus mengubah strategi saya karena...', dan 'langkah saya selanjutnya adalah...'). Sangat penting untuk menyoroti apa pun yang membuat mereka bingung, karena ini menunjukkan kepada siswa bahwa kebingungan adalah bagian integral dari pembelajaran. Mengenali apa yang tidak kita pahami juga mengarah pada metakognisi yang lebih baik.

Terakhir, pada tahap 'Tinjau' (biasanya di akhir pelajaran), Anda harus memberikan waktu kepada siswa Anda untuk meninjau kembali apa yang telah mereka pelajari – seberapa sukseskah strategi mereka dalam membantu mereka mencapai tujuan pembelajaran mereka? Apa yang berhasil dan tidak berjalan dengan baik? Apa yang bisa mereka lakukan secara berbeda di

lain waktu, dan jenis masalah apa lagi yang bisa mereka gunakan untuk strategi ini?

(2) Berikan Tugas Menantang yang Tepat

Agar siswa dapat mengembangkan strategi metakognitif baru, belajar dari kesalahan mereka, dan merenungkan secara mendalam apa yang telah mereka pelajari, tugas yang diberikan kepada mereka harus sulit (tetapi dalam jangkauan). Jika siswa diberi sesuatu yang menantang untuk dilakukan, mereka lebih mungkin untuk mengingat informasi dari tugas ini di masa depan daripada jika mereka diberi sesuatu yang terlalu mudah. Namun, pekerjaan tidak boleh terlalu menantang untuk kemampuan mereka: ini mengarah pada kelebihan kognitif, di mana pemikiran mereka gagal karena mereka mencoba menyimpan terlalu banyak informasi dalam memori kerja. Anda perlu menilai kemampuan metakognitif siswa Anda, dan memberikan pekerjaan yang sesuai.

Kerangka kerja yang populer untuk mendefinisikan tingkat pembelajar metakognitif berasal dari David Perkins (1992). Ada empat tingkatan pelajar:

- (a) Pelajar yang tidak menyadari pengetahuan metakognitif mereka. Mereka tidak memikirkan strategi tertentu untuk belajar, dan hanya menerima jika mereka tahu sesuatu atau tidak.
- (b) Pembelajar sadar, yang tahu tentang beberapa jenis pemikiran yang mereka lakukan, seperti menghasilkan ide, menemukan bukti, dll. Namun, berpikir belum tentu disengaja atau direncanakan.

- (c) Pembelajar strategis, yang mengatur pemikiran mereka dengan menggunakan pemecahan masalah, pengelompokan dan klasifikasi, pencarian bukti, pengambilan keputusan, dll. Mereka mengetahui dan menerapkan strategi yang membantu mereka belajar.
- (d) Pembelajar reflektif, yang tidak hanya strategis tentang pemikiran mereka, tetapi juga merefleksikan pembelajaran mereka saat itu terjadi. Mereka mempertimbangkan keberhasilan atau kegagalan strategi apa pun yang mereka gunakan, dan merevisinya sesuai kebutuhan.

Setelah mengetahui level siswa, Anda dapat merencanakan dukungan yang sesuai. Misalnya, dengan pembelajar tipe (a), Anda perlu fokus pada semua aspek metakognisi, membimbing mereka melalui proses pembelajaran. Dengan pelajar tingkat yang lebih tinggi, Anda dapat menarik beberapa dukungan.

(3) Beri Mereka Strategi Pembelajaran untuk Digunakan

Sebelum siswa dapat menggunakan dan menilai strategi pembelajaran yang berbeda, mereka perlu mengetahui beberapa strategi ini. Anda perlu secara eksplisit mengajari mereka cara belajar, serta memberi mereka kesempatan untuk memantau dan meninjau pengetahuan mereka. Salah satu cara untuk melakukan ini adalah dengan memodelkan pendekatan metakognitif Anda sendiri: tunjukkan kepada siswa bagaimana Anda akan mendekati tugas, menggambarkan proses berpikir Anda saat Anda melakukannya.

Misalnya, jika Anda meminta siswa untuk menulis paragraf esai, Anda harus menulis contoh Anda sendiri di papan tulis, menjelaskan keputusan yang Anda buat (seperti bagaimana Anda memilih terminologi subjek yang tepat), dan bagaimana Anda mengoreksi dan meningkatkan pekerjaan Anda untuk membuat draf kedua. Misalnya, 'Saya tidak yakin apakah saya memahami istilah ini dengan benar, tetapi saya ingat pernah melihatnya di buku teks, jadi saya akan memeriksanya di sana', 'setelah saya menulis sedikit lagi, saya menyadari bahwa kalimat ini dapat dipotong, karena berulang', atau 'Saya telah melakukan pekerjaan serupa sebelumnya, jadi saya akan melihat tanggapan saya tentang itu dan menggunakannya untuk menulis yang ini'.

Anda juga harus mencontohkan perilaku tangguh saat melakukannya, seperti 'ini sangat sulit, dan saya tidak yakin apakah saya melakukannya dengan benar, tetapi saya tahu ini akan menjadi latihan yang berguna untuk ujian saya, jadi saya akan terus berjalan'. Ilustrasikan di mana siswa dapat mencari bantuan, seperti kriteria penilaian.

Ini sangat berguna bagi siswa, karena menunjukkan kepada mereka bagaimana cara sukses di balik layar – perjuangan yang dilalui semua orang untuk menjadi ahli dalam suatu jenis pekerjaan. Ini memperjelas bahwa kita tidak hanya dilahirkan dengan kemampuan untuk melakukan sesuatu; otak kita tumbuh dan berkembang saat kita berlatih (pola pikir berkembang).

9.6 Strategi dan Aktivitas Metakognitif untuk Kelas

Kami telah menyusun daftar 9 (sembilan) strategi, dan aktivitas yang melibatkan metakognisi yang dapat Anda gunakan bersama pemodelan dan 'Anda, Rencanakan, Lakukan, Tinjau'. Ini adalah:

(1) Jurnal Belajar/Berpikir

Jurnal membantu siswa untuk mengembangkan kesadaran diri mereka, meningkatkan kemampuan mereka untuk merencanakan dan memantau kemajuan, dan mempromosikan keterampilan dalam refleksi diri. Coba minta siswa Anda untuk menyimpan jurnal pembelajaran pribadi, dan berikan mereka pertanyaan mingguan untuk mereka renungkan, seperti:

- (a) Apa yang paling mudah saya pelajari minggu ini, dan mengapa?
- (b) Apa yang paling menantang bagi saya untuk dipelajari, dan mengapa?
- (c) Strategi belajar mana yang berhasil dengan baik?
- (d) Strategi belajar mana yang tidak berjalan dengan baik, dan apa yang dapat saya lakukan secara berbeda di lain waktu?
- (e) Apakah kebiasaan belajar saya bekerja dengan baik untuk saya? Apa pengaruhnya terhadap pembelajaran saya?
- (f) Kebiasaan belajar mana yang dapat saya tingkatkan minggu depan?
- (g) Apa target saya untuk minggu depan?

Mereka juga dapat merekam ide-ide yang mereka miliki selama pelajaran dan pertanyaan yang ingin mereka ajukan, serta merenungkan bagaimana ide-ide yang telah

mereka pelajari berhubungan dengan topik lain. Jurnal tidak harus berupa buku catatan – siswa Anda dapat menggunakan format apa pun yang cocok untuk mereka, termasuk peta pikiran, blog, daftar, aplikasi ponsel, atau yang lainnya.

(2) Grafik atau Bagan

Bagan adalah cara melacak proses 'Anda, Rencanakan, Lakukan, Tinjau'. Idenya adalah untuk membuat bagan untuk digunakan siswa Anda, dengan ruang bagi mereka untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut: Apa yang aku tahu? Apa yang ingin saya ketahui? Apa yang saya pelajari?

Pertanyaan-pertanyaan ini (mengetahui, ingin, dan belajar) membentuk huruf-huruf dalam Grafik. Di awal pelajaran, siswa dapat menjawab pertanyaan pertama – apa yang telah mereka ketahui yang mungkin dapat membantu mereka dalam pelajaran ini. Ini akan mengaktifkan pengetahuan mereka sebelumnya, dan menyoroti kesalahpahaman apa pun.

Pertanyaan kedua memberi Anda ide untuk kegiatan pembelajaran di masa depan. Siswa dapat menyusun jawaban mereka dalam bentuk pertanyaan 'bagaimana...?', 'kapan...?', atau 'mengapa...?'.

Tahap pemantauan, Anda dapat meminta siswa Anda untuk mengajukan pertanyaan mereka sendiri, seperti 'bagaimana kabar saya?' dan 'apakah strategi ini berhasil?'. Di akhir pelajaran, siswa dapat menjawab 'apa yang saya pelajari?', serta mengisi hal lain yang ingin mereka ketahui yang masih belum terjawab. Adalah baik untuk merenungkan pertumbuhan kognitif mereka sendiri, seperti

'sebelum pelajaran ini, saya berpikir bahwa. Sekarang saya tahu bahwa ____.'

(3) Esai (Soal Uraian)

Penelitian seperti ini telah menunjukkan bahwa esai membutuhkan keterampilan metakognitif tingkat tinggi. sedangkan pertanyaan pilihan ganda, sebaliknya menggunakan keterampilan tingkat rendah. Sehingga siswa menggunakan keterampilan berpikir tingkat rendah untuk mempersiapkan ujian pilihan ganda, dan keterampilan metakognitif tingkat tinggi untuk mempersiapkan ujian esai. Meskipun memakan waktu lebih sedikit untuk menilai pertanyaan pilihan ganda, bahkan penambahan beberapa pertanyaan esai pendek dapat meningkatkan cara siswa merefleksikan pembelajaran mereka untuk mempersiapkan ujian dan dapat membantu mereka mempersiapkan dan belajar sebanyak mungkin.

(4) Aturan Meminta Bantuan

Alih-alih membuat siswa mengangkat tangan segera setelah mereka membutuhkan bantuan, tetapkan beberapa aturan yang membuat mereka lebih terlibat dalam proses berpikir. Misalnya, Anda dapat meminta mereka untuk pergi ke sesama siswa – atau sekelompok siswa – untuk mendiskusikannya terlebih dahulu, dan hanya untuk menanyakan apakah mereka tidak dapat menemukan jawabannya bersama-sama. Anda juga dapat mencoba membuat siswa memikirkan dengan tepat apa yang perlu mereka ketahui, atau bagian mana dari pekerjaan mereka yang perlu mereka tingkatkan, sebelum datang kepada Anda. Ini membantu mereka untuk berlatih belajar mandiri.

(5) Mnemonik

Ajari murid Anda teknik seperti mnemonik untuk membantu mereka mengingat informasi yang sulit. Ini memastikan bahwa mereka cenderung tidak mengalami kelebihan kognitif, memungkinkan mereka untuk beralih ke pemikiran tingkat yang lebih tinggi. Anda bisa menggunakan ungkapan atau kata mnemonik, seperti *Menjikuhibiniu* untuk mengingat warna pelangi (merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu). Hal yang sama dapat diingat dalam kalimat mnemonic. Banyak guru akan terbiasa dengan penggunaan *mnemonik* untuk membantu pelajar mengingat informasi yang mungkin sulit untuk diingat. Ada berbagai jenis mnemonik. Dalam ekspresi atau kata mnemonik item dalam daftar diatur oleh huruf pertama mereka untuk membuat kata atau frase.

Gambar dua tangan menunjukkan bagaimana buku-jari dapat membantu orang untuk mengingat jumlah hari dalam setiap bulan. Misalnya Anda dapat menggunakan tangan Anda untuk mengingat berapa hari dalam setiap bulan, mengitung perkalian dengan jari tangan, dan lain-lainnya. Meskipun mnemonik terbatas dalam hal mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, mereka berguna dalam membantu pelajar untuk mengingat informasi dengan cepat untuk melanjutkan pembelajaran mereka.

(6) Membahas Hasil Ujian

Ini adalah lembar kerja yang berisi pertanyaan reflektif yang membantu siswa untuk berpikir tentang kinerja mereka dalam ujian. Anda dapat memberikannya

kepada murid Anda sebelum dan sesudah mereka menerima hasil dan umpan balik mereka.

Lembar kerja yang diberikan sebelum mereka menerima umpan balik harus meminta mereka untuk memikirkan bagaimana mereka mempersiapkan diri untuk ujian – misalnya, strategi belajar apa yang mereka gunakan. Yang diberikan setelah umpan balik harus membuat siswa merenungkan kesalahan yang mereka buat, dan bagaimana mereka dapat mempersiapkan diri secara berbeda untuk memastikan kesuksesan yang lebih besar di masa depan, menjadikan mereka pembelajar yang strategis.

(7) Pembicaraan Metakognitif

Pembicaraan metakognitif melibatkan berbicara melalui apa yang Anda pikirkan saat Anda melakukan tugas. Ini dapat membantu siswa untuk fokus dan lebih memahami proses berpikir mereka. Anda dapat mencoba menerapkan ini dengan terlebih dahulu memodelkan cara melakukannya – mengerjakan tugas di depan kelas, berbicara dengan lantang saat Anda melakukannya – dan kemudian membiarkan kelas berjalan. Pertanyaan yang harus diajukan dan dijawab siswa Anda dengan lantang adalah:

- Apa yang saya ketahui tentang topik ini?
- Apakah saya pernah melakukan tugas seperti ini sebelumnya?
- Strategi apa yang berhasil terakhir kali?
- Apa yang harus saya lakukan terlebih dahulu?
- Bagaimana kabarku?
- Apa yang harus saya lakukan selanjutnya?
- Haruskah saya mencoba strategi lain?

- Siapa yang bisa saya minta bantuan?
- Seberapa baik saya mengerjakan tugas ini?
- Apa yang bisa saya lakukan secara berbeda lain kali?

(8) Mengatur Lalu Lintas

Lampu lalu lintas dapat digunakan dalam berbagai cara di dalam kelas; dalam hal ini, siswa dapat menggunakannya untuk menandakan apa yang mereka temukan membingungkan atau menantang dalam pelajaran (merah), apa yang membuat mereka berpikir berbeda tentang sesuatu (kuning), dan apa yang mereka pahami dengan baik (hijau). Mereka dapat mengisi lembar kerja lampu lalu lintas untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini di akhir setiap pelajaran. Metode ini membuat mereka merefleksikan pembelajaran mereka, mengembangkan kemampuan metakognitif mereka. Tersenyum, cemberut, atau wajah netral dapat digunakan dengan cara yang sama – ini mungkin strategi yang baik untuk mendorong metakognisi di kelas utama.

(9) Refleksi dan Umpan Balik

Refleksivitas adalah proses metakognitif untuk menyadari bias kita -- prasangka yang menghalangi perkembangan yang sehat. Anda dapat menciptakan budaya kelas untuk pembelajaran yang lebih dalam dan refleksivitas dengan mendorong dialog yang menantang bias manusia dan masyarakat. Ketika siswa terlibat dalam percakapan atau menulis esai tentang bias dan dilema moral yang berkaitan dengan politik, kekayaan, rasisme, kemiskinan, keadilan, kebebasan, dll., mereka belajar

untuk "berpikir tentang pemikiran mereka sendiri." Mereka mulai menantang bias mereka sendiri dan menjadi pemikir yang lebih fleksibel dan adaptif.

Diberi umpan balik membuat siswa berpikir tentang apa yang telah mereka lakukan dan bagaimana mereka dapat memperbaikinya – sebagai hasilnya, ini adalah cara utama untuk mengembangkan metakognisi. Namun, Anda harus memastikan bahwa umpan balik yang Anda berikan efektif.

Strategi ini memungkinkan siswa untuk mengambil peran guru dan mencoba untuk mengajarkan strategi belajar kepada siswa lain. Misalnya, jika mereka sedang mengajar pemahaman bacaan, mereka mungkin menunjukkan kepada sesama siswa bagaimana mempertanyakan apa yang telah mereka baca, mengklarifikasi hal-hal yang tidak mereka pahami, meringkas teks, dan membuat prediksi yang tepat tentang apa yang telah mereka baca. Hal ini dapat membantu metakognisi dengan memperdalam pengetahuan dan pemahaman mereka terhadap setiap strategi pembelajaran.

PENUTUP



Penulis:

Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.
Dr. Mochammad Abdul Basir, M.Pd.

BAB 10

PENUTUP

Meningkatkan kualitas pembelajaran matematika adalah masalah yang mendesak karena berkaitan dengan dampak keberhasilan akademik siswa . Bagaimana keberhasilan akademis siswa dapat dicapai melalui praktik pembelajaran yang efektif?. Salah satu masalah yang muncul adalah apakah guru harus mengajar matematika untuk pengetahuan prosedural, pengetahuan konseptual, atau kombinasi keduanya.

Dengan pertimbangan literatur kontemporer dan hasil penelitian tentang pengetahuan prosedural dan pengetahuan konseptual, apa yang kemudian harus disadari oleh guru?

- 1) Kita (guru) harus mempertimbangkan praktik kita untuk memasukkan pengetahuan prosedural *dan* pengetahuan konseptual, bukan pengetahuan prosedural *atau* pengetahuan konseptual.
- 2) Pengetahuan prosedural dan pengetahuan konseptual keduanya penting dan membantu untuk saling menguatkan pengetahuan matematis.
- 3) Pengetahuan konseptual dalam banyak kasus harus mendahului pengetahuan prosedural.
- 4) Ada lebih banyak kesempatan siswa mengembangkan pengetahuan konseptual jika mereka mulai dengan pengetahuan konseptual dan kemudian beralih ke pengetahuan prosedural. Namun jika bergerak sebaliknya, prosedural ke konseptual memiliki risiko bahwa siswa tidak akan bekerja ke arah pengetahuan konseptual.

- 5) Baik pengetahuan prosedural dan konseptual adalah struktur yang lebih bernuansa daripada banyak guru untuk menyadari. Keduanya bisa 'dangkal' atau 'dalam'.
- 6) Pengetahuan konseptual tampaknya lebih cocok untuk menghindari dua sumber interferensi untuk belajar.
- 7) Memori yang bermakna sangat berharga. Menghafal itu penting (untuk satu hal itu membebaskan *up the working memory*) tetapi menghafal *dengan* makna jauh lebih efektif.

Untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan prestasi belajar siswa, sangat penting untuk membantu siswa memahami matematika secara konseptual. Dengan berfokus pada pengetahuan konseptual di pengajaran matematika, siswa akan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang matematika dan informasi itu akan disimpan untuk jangka waktu yang lebih lama. Pengajaran konseptual adalah kunci untuk pemahaman matematika yang lebih baik di kalangan siswa. Selain itu, harus ada fokus pada kualitas pengajaran dan pemahaman matematika siswa.

GLOSARIUM

Algoritma Matematika: Dalam matematika dan ilmu komputer, algoritma adalah sebuah prosedur langkah-demi-langkah untuk proses penghitungan. Algoritma digunakan untuk melakuakn penghitungan, pemrosesan data, dan penalaran otomatis sehingga bisa dilakukan dengan baik dan benar secara berurutan. (hal. 90)

Instruksi atau perintah: bentuk informasi yang dikomunikasikan untuk menerangkan bagaimana aksi, tingkah laku, metode, atau tugas akan dimulai. (hal. 24, 31, 36)

Instruksional: Di dalam dunia pendidikan, kata instruksional tidak diartikan perintah, tetapi pengajaran dan atau pelajaran, atau lebih dikenal dengan nama pembelajaran. (hal. 82, 84)

Investigasi: penyelidikan dengan mencatat atau merekam fakta melakukan peninjauan, percobaan, dan sebagainya, dengan tujuan memperoleh jawaban atas pertanyaan. (hal. 93)

Konsep: merupakan abstraksi suatu ide, gagasan, imajinasi atau gambaran mental, yang dinyatakan dalam suatu kata atau simbol. (hal. 7, 8, 10 dll)

Korelasi: hubungan timbal balik atau sebab akibat. Secara sempit, korelasi artinya suatu hubungan. (hal. 93)

Metakognisi: Secara sederhana, metakognisi adalah menyadari dan mengendalikan proses mental seseorang. (hal. 21, 119, 121 dll)

Mnemonics: Ilmu tentang cara menghafal Alat memori, perangkat, atau teknik yang dibuat untuk mengingat informasi yang sulit diingat.

One-to-one scaffolding: bentuk bantuan yang diberikan guru kepada siswa secara langsung (satu guru – satu siswa). (hal. 101)

Otoritatif: disebut “demokratis” atau mencari jalan tengah. (hal. 104)

Pedagogi: ilmu atau seni dalam menjadi seorang guru. Istilah ini merujuk pada strategi pembelajaran atau gaya pembelajaran (hal. 10, 12, 105 dll)

Pembicaraan Metakognitif (*Metacognitive talk*): Pembicaraan metakognitif melibatkan seseorang yang mengatakan dengan lantang apa yang mereka pikirkan saat mereka melakukan tugas. (hal. 138)

Pengetahuan metakognitif (*Metacognitive knowledge*): Pengetahuan pelajar tentang tugas, strategi dan kemampuan kognitif mereka sendiri. (hal. 119, 121, 122 dll)

Perancah (*Scaffolding*): Guru memberikan bimbingan dan dukungan yang tepat untuk memungkinkan peserta didik membangun tingkat pemahaman mereka saat ini secara progresif untuk memperoleh kepercayaan diri dan kemandirian dalam menggunakan pengetahuan atau keterampilan baru. (hal. 130)

Pendekatan Hybrid: pendekatan gabungan (konseptual-prosedural) yang berorientasi pada siswa dan sangat terstruktur.

Sebagian besar berpusat pada siswa dan berbasis konseptual tetapi juga menggabungkan pengajaran prosedur yang eksplisit. (hal. 101, 107, 109 dll)

Pengetahuan Konseptual (pemahaman konseptual atau pengetahuan berprinsip): Pengetahuan tentang fakta (generalisasi) dan prinsip; sebagai pengetahuan yang kaya tentang hubungan dan koneksi, mirip dengan jaringan pengetahuan. (hal. 142, 143)

Pengetahuan Prosedural: sebagai rangkaian tindakan yang jika dijalankan dengan benar akan mengarah pada kebenaran menjawab; berhubungan dengan urutan prosedur yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah matematika. (7, 8, 12 dll)

Prosedur Konseptual: Penggabungan antara proses prosedural dan pengetahuan konseptual, atau yang disebut. (hal. 35, 85, 86 dll)

Regulasi Metakognitif (Metacognitive regulation): Bagaimana pelajar memantau dan mengontrol proses kognitif mereka. (hal. 121, 122, 126 dll)

Scaffolding: suatu bantuan sementara kepada siswa dimana siswa diberi tanggungjawab dan lama kelamaan bantuan dikurangi atau dilepaskan sehingga siswa dapat mandiri dalam belajar.

DAFTAR PUSTAKA

Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative reconceptualization of procedural and conceptual knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, 115-131.

Benander, R., Page, D., Refaei, B., & Kumar, R. (2018). *Editorial: Sharpening the Academy of Fellows for Teaching and Learning's Vision: How do we strengthen our brand?* 3(1), 1-5.

Bereiter, C. (1999). Referent-centred and problem-centred knowledge: Elements of an educational epistemology. *Interchange*, 23(12), 337-361. <https://doi.org/10.1007/BF01447280>

Bergsten, C., Engelbrecht, J., & Kågesten, O. (2017). Conceptual and procedural approaches to mathematics in the engineering curriculum - comparing views of junior and senior engineering students in two countries. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 533-553. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00631a>

Beyers, J. (2002). *Chapter 5 Student Dispositions with Respect to Mathematics: What Current Literature Says* (73rd Yearb, Issue Hiebert 1986). NCTM: National Council of Teachers of Mathematics. [https://www.nctm.org/Store/Products/73rd-Yearbook--Motivation-and-Disposition--Pathways-to-Learning-Mathematics-Chapter-5-\(PDF-Downloads\)/](https://www.nctm.org/Store/Products/73rd-Yearbook--Motivation-and-Disposition--Pathways-to-Learning-Mathematics-Chapter-5-(PDF-Downloads)/)

Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge MA: Harvard University Press

Bucciarellil, L. (1995). Thermodynamic: From concept to applications. *European Journal of Engineering Education*, 20(3), 385–385. <https://doi.org/10.1080/03043799508928289>

Byrnes, J. P., & Wasik, B. A. (1991). Role of conceptual knowledge in mathematical procedural learning. *Developmental Psychology*, 27(5), 777–785. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.5.777>

Cárdenas, Y. I. C. (2021). Questioning as an effective Tool to enhance students' interaction in the english classroom. *South Florida Journal of Development*, 2(2), 3510–3520. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-185>

Cedefop (2006), Typology of knowledge, skills and competencies: clarification of the concepts and prototype, https://www.cedefop.europa.eu/files/3048_en.pdf.

Day, S. and R. Goldstone (2012), “The Import of Knowledge Export: Connecting Findings and Theories of Transfer of Learning”, *Educational Psychologist*, Vol. 47/3, pp. 153-176, <https://dx.doi.org/10.1080/00461520.2012.696438>.

Davoudi, M., & Sadeghi, N. A. (2015). A systematic review of research on questioning as a high-level cognitive strategy. *English Language Teaching*, 8(10), 76–90. <https://doi.org/10.5539/elt.v8n10p76>

Erickson, H. L., Lanning, L. A., & French, R. (2017). *Concept-Based Curriculum and Instruction for the Thinking Classroom*. Corwin Press Inc. <https://www.akademika.no/concept-based-curriculum-and-instruction-thinking-classroom/erickson-h-lynn/lanning-lois/french>

Eriksson, E., Boistrup, L. B., & Thornberg, R. (2018). A qualitative study of primary teachers' classroom feedback rationales. *Educational Research*, 60(2), 189–205. <https://doi.org/10.1080/00131881.2018.1451759>

Felia, D., & Defitriani, E. (2021). Analysis of student's conceptual and procedural knowledge in solving mathematics. *Journal of Research on Mathematics Instruction (JRMI)*, 3(1), 14–24. <https://doi.org/10.33578/jrmi.v3i1.60>

Glaserfeld, V. (1995). Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning. Studies in Mathematics Education Series:6. In *The Falmer Press* (Issue 6, pp. 1–231). The Falmer Press.

Göller, R., Gildehaus, L., Liebendörfer, M., & Besser, M. (2022). Conceptual and procedural mathematics knowledge of beginning mathematics majors and preservice teacher. In A. Gutiérrez, N. Planas, C. Fernández, & S. Llinares (Eds.), *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 307–314). PME.

Haapasalo, L., & Kadjevich, D. (2013). Two types of mathematical knowledge and their relation. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, 21(12), 139–157. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03338914>

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. the Association for Science Education College Lane. <https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/principles-and-big-ideas-of-science-education.pdf>

Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in science and mathematics. Review of science, mathematics and ICT education. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7(2), 9–33.

Hiebert, J. (1986). *Conceptual and Procedural Knowledge* (J. Hiebert (ed.); 1st Editio). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203063538>

Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). *Conceptual and Procedural Knowledge in Mathematics: An Introductory Analysis* (N. Hillsdale (ed.); Issue 3). Erlbaum. <https://doi.org/10.4324/9780203063538-6>

Hiebert, James. (1986). *Conceptual and Procedural Knowledge* (James Hiebert (ed.); 1st Editio). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203063538>

Hurrell, D. (2021). Conceptual knowledge or procedural knowledge or conceptual knowledge and procedural knowledge: Why the conjunction is important to teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 46(2), 57–71. <https://doi.org/10.14221/ajte.2021v46n2.4>

Klieme, E., Hartig, J., & Rauch, D. (2008). The concept of competence in educational contexts. In J. Hartig, E. Klieme, & D. Leutner (Eds.), *Assessment of competencies in educational contexts*. Hogrefe & Huber Publishers. <https://psycnet.apa.org/record/2008-14610-001>

Lenz, K., Dreher, A., Holzäpfel, L., & Wittmann, G. (2020). Are conceptual knowledge and procedural knowledge empirically separable? The case of fractions. *British Journal of Educational Psychology*, 90(3), 809–829. <https://doi.org/10.1111/bjep.12333>

Li, Y., & Schoenfield, A. H. (2019). Teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 6(44), 1–13.

Long, C. (2005). Maths concepts in teaching: Procedural and conceptual knowledge. *Pythagoras*, 0(62). <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v0i62.115>

Manandhar, N. K. (2022). Conceptual and Procedural Knowledge of Students of Nepal in Algebra: A Mixed Method Study. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 3(1),

1–10. <https://doi.org/10.30935/conmaths/11723>

Möbus, V. J., Jackisch, C., Lück, H. J., du Bois, A., Thomssen, C., Kuhn, W., Nitz, U., Schneeweiss, A., Huober, J., Harbeck, N., von Minckwitz, G., Runnebaum, I. B., Hinke, A., Konecny, G. E., Untch, M., Kurbacher, C., Kahlert, S., Hauser, N., Marmé, F., ... Morenz, B. (2018). Ten-year results of intense dose-dense chemotherapy show superior survival compared with a conventional schedule in high-risk primary breast cancer: Final results of AGO phase III iddEPC trial. *Annals of Oncology*, *29*(1), 178–185. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdx690>

National Council. (2012), *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*, The National Academic Press.

OECD (2018), *Education 2030: The Future of Education and Skills*. Position paper, [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).

Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology*, *91*(1), 175–189. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.1.175>

Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. In R. C. Kadosh & A. Dowker (Ed.), *The Oxford handbook of numerical cognition* (pp. 1118–1134). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014>

Rittle-Johnson, B., & Koedinger, K. R. (2009). Iterating between lessons concepts and procedures can improve mathematics knowledge. *British Journal of Educational Psychology*, *79*, 483-500. <https://doi.org/10.1348/000709908X398106>

Rittle-Johnson, B. Fyfe, E., & Loehr, A. (2016). The content of instruction within a mathematics lesson: Implications for conceptual and procedural knowledge development. *British Journal of Educational Psychology*, 86, 576 - 591. <https://doi.org/10.1111/bjep.12124>

Schleicher, A. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. In *OECD Education Working Papers*. [http://www.oecd.org/education/2030/E2030_Position_Paper_\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030_Position_Paper_(05.04.2018).pdf)

Schneider, M., Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2011). Relations among conceptual knowledge, procedural knowledge, and procedural flexibility in two samples differing in prior knowledge. *Developmental Psychology*, 47(6), 1525–1538. <https://doi.org/10.1037/a0024997>

Scott, C. L. (2015). The Futures of Learning 3: what kind of pedagogies for the 21st century? In *Education, research and foresight: working papers* (pp. 1–14). UNESCO. https://www.dpsgs.org/pdf/The_Futures_of_Learning.pdf

Stanton, J. D., Sebesta, A. J., & Dunlosky, J. (2021). Fostering metacognition to support student learning and performance. *CBE Life Sciences Education*, 20(2), 1–7. <https://doi.org/10.1187/cbe.20-12-0289>

Star, J. R., & Stylianides, G. J. (2013). Procedural and conceptual knowledge: Exploring the gap between knowledge type and knowledge quality. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(2), 169–181. <https://doi.org/10.1080/14926156.2013.784828>

Undorf, M., Livneh, I., & Ackerman, R. (2021). Metacognitive control processes in question answering: help seeking and withholding answers. *Metacognition and Learning*, 16(2), 431–458. <https://doi.org/10.1007/s11409-021-09259-7>

van Aalst, J. (2009). Distinguishing knowledge-sharing, knowledge-construction, and knowledge-creation discourses. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(3), 259–287. <https://doi.org/10.1007/s11412-009-9069-5>

Young, M., & Muller, J. (2013). On the powers of powerful knowledge. *Review of Education*, 1(3), 229–250. <https://doi.org/10.1002/rev3.3017>

Zohar, A., Degani, A., & Vaaknin, E. (2001). Teachers' beliefs about low-achieving students and higher order thinking. *Teaching and Teacher Education*, 17(4), 469–485. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00007-5)

Zuya, H. E. (2017). Prospective teachers' conceptual and procedural knowledge in mathematics: The case of algebra. *American Journal of Educational Research*, 5(3), 310–315. <https://doi.org/10.12691/education-5-3-12>

BIODATA PENULIS



Dr. Imam Kusmaryono, M.Pd.

Jabatan Akademik: Associate Professor.

Dosen Prodi Pendidikan Matematika.

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Islam
Sultan Agung (UNISSULA), Semarang.

Bidang Ilmu: Statistika, Metodologi Penelitian, Pembelajaran
Matematika, dan Filsafat Pendidikan Matematika.

Sejak tahun 2014 – 2022 aktif menulis buku ajar, monograf,
dan publikasi artikel ilmiah di Jurnal Internasional Bereputasi
(Scopus ID. 57189000884) dan Jurnal Nasional Terakreditasi
(Sinta ID. 5999816), Sebagai Reviewer di beberapa Jurnal
Internsional Bereputasi Scopus dan Jurnal Nasional
Terakreditasi. Saat ini menjabat sebagai Sekretaris LPPM
UNISSULA.

BIODATA PENULIS



Dr. Mochamad Abdul Basir, M.Pd.

Jabatan Akademik: Lektor.

Dosen Prodi Pendidikan Matematika.

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Islam
Sultan Agung, Semarang.

Bidang Ilmu: Pendidikan Matematika, Aljabar, Kalkulus, dan
Pengembangan Bahan Ajar.

Sejak tahun 2016 – 2022 aktif menulis buku ajar, monograf,
dan publikasi artikel ilmiah di Jurnal Internasional Bereputasi
(Scopus ID. 57197754063) dan Jurnal Nasional Terakreditasi
(Sinta ID. 236). Aktif sebagai pengurus IndoMs Jateng-DIY.

Saat ini menjabat sebagai Kepala LP3M UNISSULA.